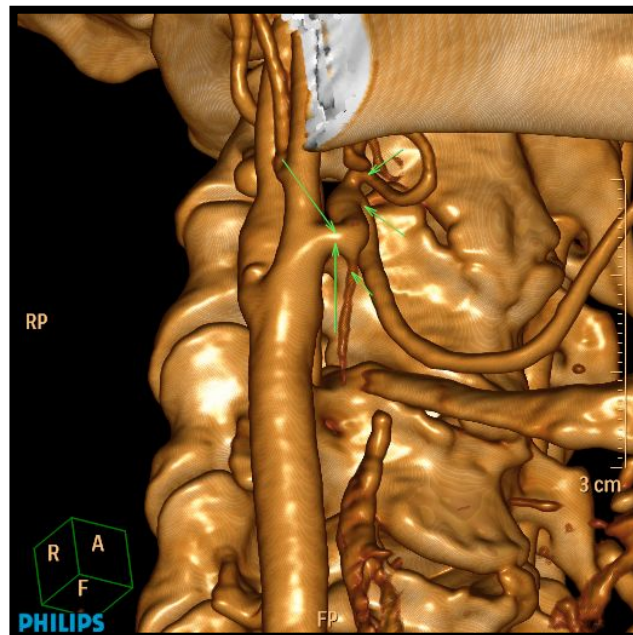


TESIS DOCTORAL

VALOR DEL ESTUDIO EN 3D DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTICORTE (TCMC) DE LAS RAMAS DE LA ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA





Prof. Dra. Antonia Domínguez Reyes
Titular de Universidad
Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología



Medalla y Encomienda
Orden Civil de Sanidad

VALOR DEL ESTUDIO EN 3D DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTICORTE (TCMC) DE LAS RAMAS DE LA ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA

Tesis Doctoral presentada para optar al grado de Doctor

Directores:

Antonia Domínguez Reyes
Juan Sabaté Díaz

Doctorando:

Diana Fernández Pareja



Profa. Dra. Antonia Domínguez Reyes
Titular de Universidad
Departamento de Estomatología
Facultad de Odontología



Medalla y Encomienda
Orden Civil de Sanidad

Antonia Domínguez Reyes, como Directora y Tutora de la Doctorando ***D^a Diana Fernández Pareja***

CERTIFICA QUE:

La Licenciada en Odontología arriba mencionada ha realizado bajo mi dirección y tutela el trabajo titulado “VALOR DEL ESTUDIO EN 3D DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTICORTE (TCMC) DE LAS RAMAS DE LA ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA”, que presenta para la obtención del Título de Doctor en Odontología.

Lo que firmo, a efectos oportunos, en Sevilla el 13 de Octubre de 2015.

Antonia Domínguez Reyes
Profa. Titular de Odontología Infantil Integrada



Prof. Dr. Juan Sabaté Díaz
Titular de Universidad
amento de Farmacología, Pediatría y Radiología
Facultad de Medicina

Juan Sabaté Díaz, como Director de la Doctorando ***D^a Diana Fernández Pareja***

CERTIFICA QUE:

La licenciada en Odontología arriba mencionada ha realizado bajo mi dirección el trabajo titulado “VALOR DEL ESTUDIO EN 3D DE LAS IMÁGENES OBTENIDAS POR TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTICORTE (TCMC) DE LAS RAMAS DE LA ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA”, que presenta para la obtención del título de Doctor en Odontología.

Lo que firmo a efectos oportunos en Sevilla el 13 de Octubre de 2015

Juan Sabaté Díaz
Prof. Titular de Radiología

AGRADECIMIENTOS

Una vez concluido este trabajo, en estas líneas quiero expresar mi gratitud a todos aquellos que de alguna manera han contribuido a la realización del mismo y en especial:

A la **Dra. D^a Antonia Domínguez Reyes**, profesora Titular de la Facultad de Odontología de Sevilla; Directora y Tutora de esta Tesis, quien con su gran capacidad científica, me ha ayudado y alentado para concluir este trabajo.

Al **Dr. D. Juan Sabaté Díaz**, profesor Titular de la Facultad de Medicina de Sevilla y Director de esta Tesis, quien con su amplia experiencia me ha estimulado y orientado, para llevar a cabo esta Tesis.

Al **Dr. D. Eugenio P. Cabrera Suárez**, Doctor en Medicina, quien ha dirigido muchos estudios científicos y que ha estado supervisando todas y cada una de las partes de esta Tesis, gracias a su gran capacidad de trabajo y su inquietud científica.

Quiero también expresar mi agradecimiento a todos los miembros del Servicio de Radiología del Hospital Universitario de Valme de Sevilla y en especial al **Dr. D. Francisco Romero Ruiz** ya que gracias a su carácter afable y sus enseñanzas he podido realizar este trabajo.

Por último y no por ello menos importante a mi familia. A mis padres, **M^a Carmen** y **Manolo**, por estimularme y apoyarme siempre en el camino recorrido hasta llegar aquí. A mi marido, **Kenshin** por haber demostrado gran comprensión por el tiempo y concentración dedicados a esta Tesis.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN.....	7
1.1.- Anatomía Facial.....	7
1.1.1.-Descripción anatómica de las estructuras óseas de la cara.....	7
1.1.2.-Estructuras dentales.....	13
1.1.3.-Musculatura y mucosas.....	14
1.1.3.1.-Músculos masticadores	14
1.1.3.2.-Músculos faciales.....	14
1.2.-Anatomía vascular de la cara.....	18
1.2.1.-Arterias carótidas comunes.....	18
1.2.2.-Arteria carótida externa.....	21
1.2.2.1.-trayecto y dirección.....	21
1.2.2.2.-relaciones.....	21
1.2.2.3.-ramas colaterales.....	21
1.2.2.4.-ramas terminales.....	29
1.2.3.-Importancia del conocimiento de la anatomía vascular.....	34
1.3.-Tomografía Coputarizada Multicorte (TCMC).....	37
1.3.1.-Inicio de la TC.....	37
1.3.2.-Tomografía Computarizada Multicorte.....	43
1.3.3.-Aplicaciones de la TCMC al estudio angiográfico de la cara.....	52
2.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	54
3.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	57
3.1.-Ubicación del estudio.....	57
3.1.1.-Muestra objeto del estudio.....	57
3.1.2.-Equipamiento.....	58
3.2.-Método.....	58
3.3.-Análisis estadístico.....	64
3.3.1.-Variables.....	64
3.3.2.-Análisis y procesado de los datos.....	65
3.3.3.-Representacion gráfica.....	65

4.- RESULTADOS.....	66
4.1.- Ramas principales, colaterales y terminales de la ACE visualizadas en TCMC en 3D.....	66
4.1.1.-Estudio de la visualización de las arterias y sus ramas. Sus correlaciones.....	73
4.2.-Arteria Carótida Externa. Calibres mínimos. Ramas principales.....	75
4.2.1.-Histograma de los calibres mínimos medidos de las ramas principales.....	78
4.2.2.-Correlación entre los calibres mínimos.....	80
4.3.-Arteria Carótida Externa. Correlación entre ramas principales y sus colaterales.....	81
4.3.1.-Arteria Toroidea Superior.....	82
4.3.2.-Arteria Lingual.....	83
4.3.3.-Arteria Facial.....	84
4.3.4.-Arteria Occipital.....	85
4.3.5.-Arteria Temporal Superficial.....	86
4.3.6.-Arteria Maxilar Interna.....	87
4.4.-Arteria carótida Externa. Variaciones anatómicas.....	88
5.- DISCUSIÓN.....	91
6.- CONCLUSIONES.....	100
7.- ANEXOS.....	101
7.1.- Iconografía.....	101
7.2.- Tabla de recogida de datos.....	107
7.3.- Consentimiento informado.....	109
7.4.- Informe del Comité de Ética de Investigación.....	114
8.- RESUMEN.....	115
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	116

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- ANATOMÍA FACIAL

Para realizar una correcta descripción de las estructuras arteriales de la cara, necesitamos previamente repasar algunas nociones de anatomía general para ser capaces de correlacionar las estructuras que pretendemos hallar con la anatomía adyacente.

1.1.1.- DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LAS ESTRUCTURAS ÓSEAS DE LA CARA

El esqueleto de la cara está situado en la parte inferior y anterior del cráneo. Su tercio medio está formado, según Rouvière H y Delmas A.⁽¹⁾ por trece huesos, todos pares y colocados simétricamente a ambos lados de la línea media, menos el vómer: los maxilares, los lagrimales, los palatinos, las conchas nasales inferiores, los huesos nasales y los cigomáticos.

El tercio inferior está constituido por un solo hueso: la mandíbula.

MAXILAR

Siguiendo las enseñanzas de Johannes Sobotta⁽²⁾ estudiamos que el maxilar constituye la mayor parte de la mandíbula superior, tiene forma más o menos cuadrilátera y es voluminoso aunque ligero por las cavidades que contiene (los senos maxilares). Podemos estudiar varias partes en él:

Cara lateral.- Tiene en su borde inferior eminencias correspondientes a las raíces dentarias, siendo la más prominente la del canino. Por encima de las eminencias dentarias se encuentra la apófisis cigomática o piramidal, que tiene forma triangular.

Cara superior u orbitaria.- Es lisa y triangular y constituye el suelo de la órbita. De la parte media del borde posterior surge el surco infraorbitario que continúa en el conducto infraorbitario y acaba en el orificio infraorbitario.

Cara anterior.- En ella podemos observar el orificio infraorbitario y la fosa canina anteriormente mencionados.

Cara posterior o cigomática.- Forma la pared anterior de la fosa infratemporal y su trasfondo. Su parte posterior está constituida por la tuberosidad del maxilar y contiene varios conductos, los alveolares superiores posteriores. Cerca de su borde superior, esta cara está cruzada transversalmente por un canal correspondiente al nervio maxilar.

Cara medial.- Está dividida en dos partes por una apófisis triangular aplanada, la apófisis palatina. Por encima de dicha apófisis, la cara medial constituye la pared lateral de las cavidades nasales y por debajo la pared bucal.⁽¹⁾

En el borde medial de la apófisis palatina y recorriendo el mismo hay una prominencia, la arista nasal, que cuando las dos apófisis palatinas contralaterales se articulan entre sí, forman la cresta nasal. En su parte más superior hay una cresta, la cresta incisiva, en cuyo borde más anterior existe un saliente triangular agudo, la espina nasal.

Las caras inferiores de la apófisis palatina forman también al unirse la sutura palatina media y en su porción más anterior, el agujero incisivo, que es el orificio de salida del conducto incisivo.

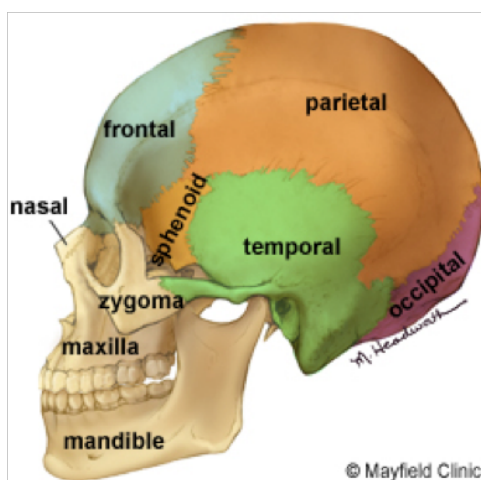


Figura 1.- Vista sagital de la anatomía craneal.

LAGRIMAL

El hueso lagrimal (unguis) es una lámina ósea cuadrilátera aplanada situada en la pared medial de la órbita, inmediatamente posterior a la apófisis frontal del maxilar.⁽¹⁾

Su cara lateral está dividida en dos partes por la cresta lagrimal posterior; la parte posterior es lisa y está situada al mismo nivel que la lámina orbitaria del etmoides. La parte anterior está surcada por un semicanal que completa posteriormente al surco lagrimal. Cuando los dos labios del surco lagrimal se articulan con los opuestos al de la cara medial del maxilar forman la parte superior del conducto nasolagrimal.

La cara medial es lisa en su parte anteroinferior y se cubre de mucosa de las cavidades nasales, mientras que en su parte posterosuperior se articula con la cara anterior del laberinto etmoidal.

La parte maxilar de la cara medial presenta un orificio ancho , el hiato maxilar, que es la entrada al seno maxilar. Del ángulo inferior de este orificio parte una fisura en la cual penetra la apófisis maxilar del palatino, la fisura palatina. Anteriormente al hiato maxilar desciende el surco lagrimal. Los dos labios del surco lagrimal se articulan con los bordes de otro surco excavado en la cara lateral del lagrimal, formándose la mayor parte del conducto nasolagrimal.

Posterior al hiato maxilar se haya un canal oblicuo inferior que forma el conducto palatino mayor con la articulación del hueso palatino.

PALATINO

Es una lámina ósea delgada e irregular situada posterior al maxilar. Tiene una forma parecida a un ángulo diedro recto y se compone de una lámina horizontal y una lámina perpendicular que se unen en ángulo recto siguiendo una arista de dirección sagital.⁽²⁾

La lámina horizontal es rectangular y consta de una cara superior lisa y cóncava (el suelo de las fosas nasales) y una cara inferior rugosa (bóveda palatina). La cara inferior está cruzada lateralmente por un surco oblicuo anteromedialmente que continúa con el conducto palatino mayor.

La lámina perpendicular es irregularmente rectangular. Su cara medial forma parte de la pared lateral de las cavidades nasales y tiene dos crestas: la cresta conchal (inferior) y la cresta etmoidal (superior). Su cara lateral presenta cuatro segmentos. El primero, el segmento sinusal que corresponde a la cavidad del seno. El segundo, el segmento maxilar que se articula con la cara medial del maxilar y está dividido por un canal oblicuo denominado surco palatino mayor, que forma junto con el maxilar, el conducto palatino mayor. El tercero es el segmento pterigomaxilar liso, que forma parte de la pared medial del trasfondo de la fosa infratemporal y el cuarto, el segmento pterigoideo o posterior, donde este hueso se articula con la cara medial de la apófisis pterigoides.

En el borde superior de la lámina perpendicular se hayan dos apófisis, una anterior u orbitaria y otra posterior o esfenoidal. En la cara lateral de dicha lámina se encuentra otra apófisis, la apófisis piramidal.

CONCHA NASAL INFERIOR

La concha nasal (cornete) inferior es una lámina ósea incurvada, alargada de anterior a posterior y fijada a la pared lateral de las cavidades nasales por uno de sus bordes, quedando libre en la cavidad nasal en todo el resto de su extensión.

Se distinguen en ella dos caras, una medial y otra lateral, y dos bordes, uno superior o articular y otro inferior o libre. ⁽¹⁾

HUESOS NAAALES

Se sitúan a ambos lados de la línea media, entre las apófisis frontales del maxilar e inmediatamente inferiores al borde nasal del frontal. Cada hueso es una lámina ósea, cuadrilátera y aplanada anteroposteriormente, más ancha y menos gruesa en su parte inferior que en la superior. ⁽¹⁻²⁾

VÓMER

Es una lámina vertical , media, delgada y aplanada transversalmente y situada en la parte posterior e inferior de las cavidades nasales. Sus dos caras están cruzadas por estrechos surcos vasculares y nerviosos. Su borde superior tiene dos alas, las alas del vómer, que se proyectan lateralmente y su borde posterior separa los orificios posteriores de las cavidades nasales o coanas uno del otro.

HUESO CIGOMÁTICO

Está situado en la parte superior y lateral de la cara, lateral al maxilar. Tiene forma cuadrilátera y aplanada de lateral a medial. Su cara lateral o cutánea presenta el agujero cigomaticofacial del conducto temporocigomático. Su ángulo superior es dentado y se articula con la apófisis cigomática del frontal. Sus ángulos inferior y anterior corresponden a los ángulos inferior y anterior del vértice truncado de la apófisis cigomática del maxilar y el ángulo posterior está tallado en bisel articulándose con la extremidad anterior de la apófisis cigomática del temporal.

MANDÍBULA

Es el hueso situado en la parte más inferior de la cara. Presenta un cuerpo mandibular y dos ramas mandibulares.

Cuerpo mandibular.- Tiene forma de herradura. Su cara anterior es convexa y en su línea media tiene una cresta vertical denominada sínfisis mandibular que termina en un vértice triangular de base inferior, la protuberancia mentoniana. De ésta nace a cada lado otra cresta de trayecto posterior y superior llamada línea oblicua. Superior a la misma se sitúa el agujero mentoniano, que está situado a la misma distancia de los dos bordes de la mandíbula. ⁽¹⁾

En la cara posterior del cuerpo mandibular existen cuatro pequeños salientes, dos a cada lado de la línea media, denominados espinas mentonianas (apófisis geni) superiores e inferiores de las cuales nace, a cada lado, una línea oblicua milohioidea que divide dicha cara posterior mandibular en dos partes. La parte superior se llama fosita sublingual y la parte inferior se denomina fosa submandibular.

El borde superior de la mandíbula o también denominado reborde alveolar está constituido por los alveolos dentarios, que son cavidades irregulares destinadas a albergar las raíces de los dientes.

El borde inferior mandibular es grueso, obtuso y liso y tiene una fosa, denominada la fosa digástrica, algo por fuera de la línea media.

Ramas mandibulares.- Parten de las extremidades posteriores del cuerpo hacia la zona superior, formando un ángulo denominado ángulo mandibular o gonion. Cada rama, en su parte superior, presenta dos procesos, uno anterior denominado apófisis coronoides, que sirve de inserción para el músculo temporal y otro posterior denominado cóndilo mandibular. Entre ambos está la escotadura mandibular. El cóndilo se encuentra recubierto por fibrocartilago y se articula con la fosa mandibular (o cavidad glenoidea) del hueso temporal, formando la articulación temporomandibular, situada por delante del canal auditivo externo .

1.1.2.- ESTRUCTURAS DENTALES

Los dientes están implantados por sus raíces en los alveolos del maxilar y de la mandíbula y las raíces se adaptan con exactitud a la cavidad alveolar. El diente está unido a dichas estructuras por medio del ligamento periodontal y la encía formando una estructura que se asemeja a dos curvas parabólicas: las arcadas dentales. ⁽²⁾

El ser humano tiene una colección de dientes decíduos que cambia a lo largo de su desarrollo por los dientes permanentes o definitivos. En el niño de 3 a 5 años se cuentan 20 dientes: 8 incisivos, 4 caninos y 8 molares. Desde los 6 a los 12 años se caen debido al proceso eruptivo de los dientes permanentes que los sustituyen y se añaden otros, llegando a ser 32 dientes en total: 8 incisivos, 4 caninos, 8 premolares y 12 molares si los cordales (4) llegan a erupcionar.

Las arterias que inervan las estructuras dentales provienen de las arterias alveolares superiores posteriores para el maxilar y de la arteria inferior para la mandíbula.

Los dientes del maxilar están inervados por los nervios alveolares superiores posterior, medio y anterior, ramos del nervio maxilar y los de la mandíbula, por el nervio alveolar inferior, ramo del nervio mandibular.

1.1.3.- MUSCULATURA Y MUCOSA

1.1.3.1.-MÚSCULOS MASTICADORES

Temporal.- Es un músculo largo, plano y radiado que ocupa la fosa temporal y desde aquí sus fascículos convergen hacia la apófisis coronoides de la mandíbula. ⁽¹⁾

Masetero.- El masetero es corto, grueso, rectangular y alargado de superior a inferior. Se extiende desde el arco cigomático a la cara lateral de la rama mandibular .

Pterigoideo Lateral.- Es un músculo corto, grueso y aplanado transversalmente que se distribuye en la región infratemporal (pterigomaxilar) y va desde la apófisis pterigoides hasta el cuello de la mandíbula .

Pterigoideo Medial.- Es un músculo grueso y cuadrilátero, medial al pterigoideo lateral, que se extiende oblicuamente desde la fosa pterigoidea hasta la cara medial del ángulo de la mandíbula.

1.1.3.2.-MÚSCULOS FACIALES

Músculos de los párpados y de las cejas.

Músculo occipitofrontal.- Es un músculo digástrico, plano, delgado y cuadrilátero que se extiende desde la línea occipital superior de la bóveda craneal hasta la región de las cejas.

Prócero (piramidal).- Los músculos próceros son dos pequeños haces carnosos y delgados, alargados sobre la parte superior del dorso de la nariz y situados a cada lado de la línea media.

Orbicular del ojo (de los párpados).- Es un músculo ancho y delgado cuyas fibras concéntricas se disponen alrededor de la hendidura palpebral.

Corrugador de la ceja (superciliar).- Se extiende desde la extremidad medial del arco superciliar a la piel de la ceja. ⁽²⁾

Músculos de la oreja.

Músculos auriculares.- Los componen el músculo auricular anterior, auricular superior, y auricular posterior.

Músculos de la nariz

Porción transversa del músculo nasal.- Se extiende transversalmente desde el dorso de la parte media de la nariz hasta la fosa canina.

Porción alar del músculo nasal.- Sus fibras se extienden desde el surco nasolabial en el espesor de la nariz hasta el borde lateral de la narina correspondiente.

Depresor del tabique (mirtiforme).- Es aplanado y cuadrilátero y se extiende desde el arco alveolar hasta el borde posterior de las narinas.

Músculos de los labios.

Elevador del ángulo de la boca (canino).- Se extiende desde la fosa canina hasta el labio superior.

Buccinador.- Está situado en la parte profunda de la mejilla, entre el maxilar y la mandíbula y la comisura de los labios. ⁽¹⁾

Depresor del labio inferior (cuadrado del mentón).- Es un músculo aplanado y cuadrilátero que se extiende sobre la parte lateral del mentón y del labio inferior, entre la mandíbula y el labio inferior. ⁽¹⁾

Músculos mentonianos (borla del mentón).- Son dos pequeños haces situados a cada lado de la línea media, en el espacio triangular comprendido entre los dos depresores del labio inferior.

Elevador del labio superior y del ala de la nariz.- Es un músculo delgado y alargado en el surco nasogeniano, desde el borde medial de la órbita hasta el labio superior.

Elevador del labio superior.- Se extiende desde el reborde de la órbita al labio superior.

Cigomático menor.- Se inserta superiormente en la parte media de la cara lateral del hueso cigomático e inferiormente en la cara profunda de la piel del labio superior.

Cigomático mayor.- Se extiende lateralmente al cigomático menor, desde el hueso cigomático a la comisura de los labios.⁽¹⁾

Risorio.- Es un músculo inconstante, extremadamente delgado y triangular, que se extiende en la parte media de la mejilla, desde la región maseterina a la comisura de los labios.⁽¹⁾

Depresor del ángulo de la boca (triangular de los labios).- Es un músculo de la parte inferior de la cara, debajo de la piel, ancho y delgado, triangular, de base inferior.

Se inserta por abajo en el tercio interno de la línea oblicua externa del maxilar inferior, por arriba, en los tegumentos de las comisuras labiales. Lo inervan las ramas cervicofaciales del nervio facial y desplaza hacia abajo la comisura.⁽¹⁾

Platisma (cutáneo del cuello).- Está situado en la región anterolateral del cuello, debajo de la piel por encima del esternocleidomastoideo. Es una ancha cinta muscular cuadrilátera y muy delgada que se extiende de la parte superior del tórax al borde inferior del maxilar.⁽¹⁾

Orbicular de la boca (los labios).- Es un músculo de la cara, ubicado alrededor del orificio bucal; en forma de elipse, constituido por dos porciones: semiorbicular superior e inferior.

Se inserta en la piel y mucosa de los labios, subtabique en su origen y comisuras de los labios en su terminación, también ayuda a soplar o emitir silbidos. pero sin duda su función principal es producir el cierre de los labios y ayudar al vaciado del vestíbulo bucal.⁽¹⁻²⁾

Músculo compresor de los labios.- Se sitúa en el espesor de los labios. Son fibras musculares que recorren el espesor de los labios. Se inserta en la mucosa de los labios, atraviesa los haces del orbicular interno termina en la cara profunda de la piel. Comprime los labios, participa en la succión.⁽¹⁾

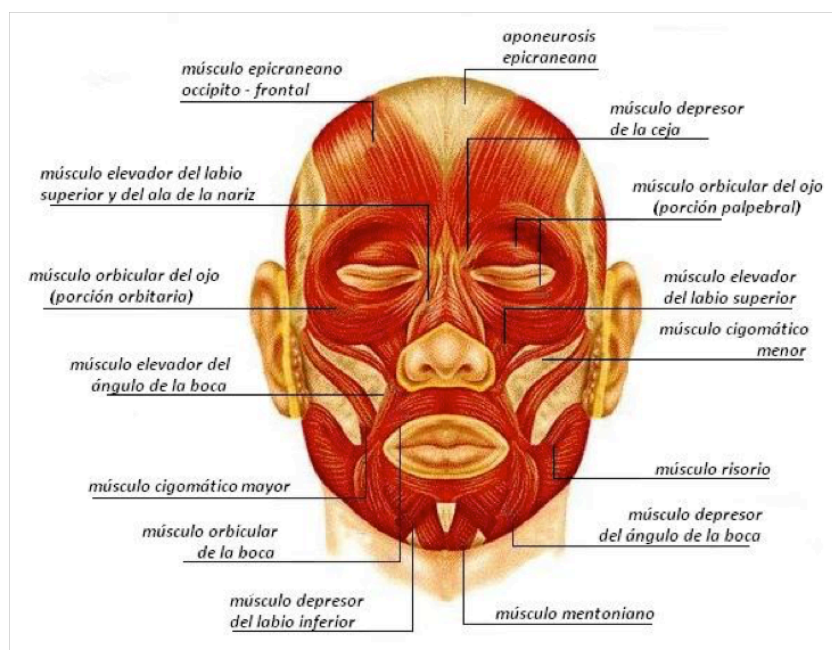


Figura 2.- Esquema explicativo de los músculos de la cara.

1.2.- ANATOMÍA VASCULAR DE LA CARA

Siguiendo a Uflacker R, Fedman CJ, ⁽³⁾ las arterias de la cabeza y del cuello provienen de las carótidas y de las subclavias. Éstas a su vez derivan, a la derecha, de la bifurcación del tronco braquicefálico que surge del arco de la aorta, y a la izquierda, directamente del arco de la aorta, por lo tanto, tienen un origen distinto a cada lado.

Según Rovira A et al ⁽⁴⁾ en esta localización pueden encontrarse variantes como:

a.- un origen común de la arteria carótida común izquierda y la arteria innominada (25%)

b.- origen de la arteria carótida común izquierda de la arteria innominada (7%)

c.- origen de la arteria vertebral izquierda de este arco (0,5-1%).

1.2.1.- ARTERIAS CARÓTIDAS COMUNES

TRAYECTO Y DIRECCIÓN

La carótida común derecha nace en la base del cuello y discurre por la región anterior del cuello, ascendiendo oblicuamente en sentido superolateral y verticalmente hasta su terminación.

La carótida común izquierda tiene un trayecto intratorácico desde su origen posterior al tronco braquicefálico antes de penetrar en el cuello en un trayecto oblicuo superolateral y ligeramente posterior.

El calibre de ambas carótidas es uniforme a excepción de su parte media, más estrecha, y su parte superior más dilatada (seno carotídeo). ⁽²⁾

TERMINACIÓN

Las carótidas comunes se dividen en carótidas interna y externa en una localización de 1 a 4 cm superior o inferior al borde superior del cartílago tiroides,⁽¹⁾ a nivel de C3-C4, aunque también puede localizarse desde C2 hasta T2.⁽⁴⁾ En el 80% de los casos la arteria carótida interna se localiza posterolateral a la arteria carótida externa, aunque puede tener una salida anteromedial que es importante conocer porque puede interpretarse de manera errónea en diagnóstico con ultrasonidos (se confunde la interna con la externa).⁽⁴⁾

RELACIONES

Torax: La carótida izquierda, que es unos 3 cm más larga que la derecha debido a su origen en el tórax, asciende posteriormente al cuerpo del esternón y de la vena braquiocefálica izquierda, anteriormente a la arteria subclavia y al conducto torácico, lateralmente a la tráquea y medialmente al vago, la pleura y el pulmón izquierdo.⁽¹⁾

Cuello: Ambas carótidas están recubiertas anteriormente por la glándula tiroides, el omohioideo, la lámina pretraqueal, el esternocleidomastorideo y la lámina superficial de la fascia cervical. Posteriormente a los músculos paravertebrales y medialmente siguen la tráquea y la laringe, el esófago y la faringe (nervio laríngeo y tronco simpático correspondiente). Lateralmente se relacionan con la vena yugular interna.

Tanto las arterias carotídeas como la yugular interna y el nervio vago están recubiertos por una misma vaina, la vaina carotídea.⁽¹⁾

Seno carotídeo y glomo (corpúsculo) carotídeo: El primero se localiza a la altura de la bifurcación carotídea, principalmente en la carótida interna. Este barorreceptor es rico en terminaciones nerviosas provenientes del IX y X nervio craneal. El glomo carotídeo es posterior a la bifurcación carotídea y es un quimiorreceptor rico en terminaciones nerviosas provenientes principalmente del glossofaríngeo.⁽¹⁾

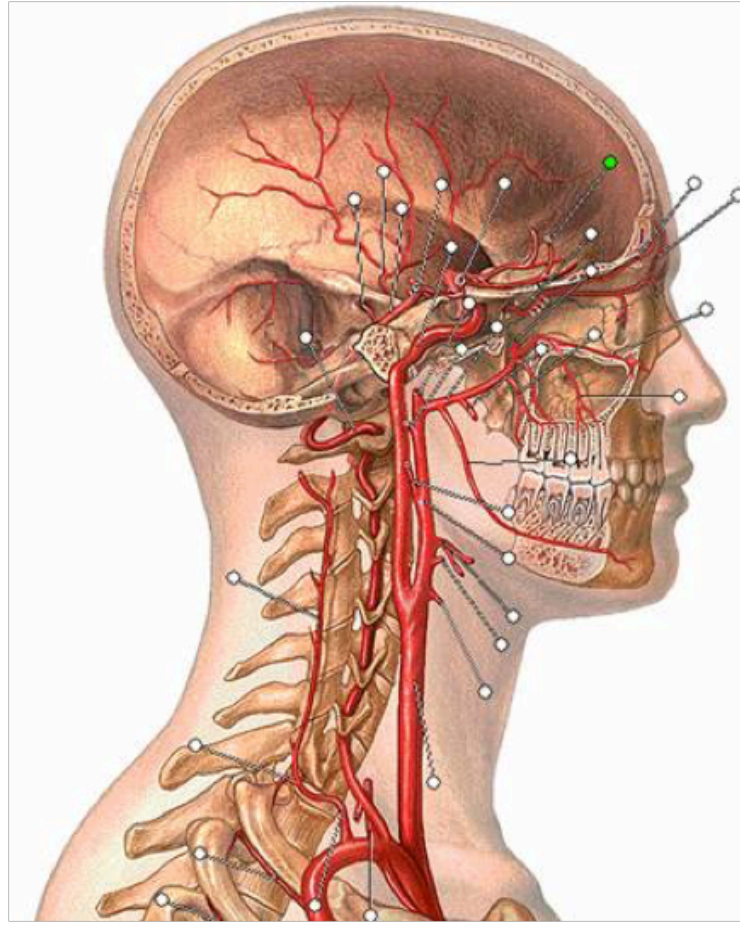


Figura 3.- Esquema de la arteria carótida externa en una visión sagital.

1.2.2.- ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA.

1.2.2.1.- TRAYECTO Y DIRECCIÓN

Se origina en la bifurcación de la carótida común anteromedialmente a la carótida interna y asciende vertical y lateralmente hasta 4 o 5 cm superiormente al ángulo de la mandíbula donde se divide en sus dos ramas terminales, según Thwin SS, Soe MM, Myint M, Than M, Lwin S. ⁽⁵⁾

1.2.2.2.-RELACIONES

La porción cervical se relaciona anteriormente con el esternocleidomastoideo, nervio hipogloso, tronco venoso tirolinguofacial, posteriormente con la carótida interna y medialmente con la faringe. La porción cefálica se inicia inferior y posteriormente a la parótida, sube introducida en el vientre posterior del digástrico y del estilohiideo atravesando el diafragma de los músculos estilohiideos y penetra en la parótida, donde se labra al principio un canal y después se encuentra envuelta por la glándula hasta su terminación. ⁽¹⁾

1.2.2.3.- RAMAS COLATERALES

Las ramas más habituales (aunque hay descritas hasta 12) son siete: Aunque normalmente tienen orígenes separados,⁽⁵⁾ las arterias tiroidea, lingual, facial y occipitoauricular pueden tener un origen común.

Arteria Tiroidea Superior

Nace en la cara anterior de la carótida externa, muy cerca de su origen y avanza anteromedialmente primero e inferiormente después hasta la extremidad superior del lóbulo de la glándula tiroides, siempre recubierta por el esternocleidomastoideo, la lámina

superficial de la fascia cervical y los músculos infrahioideos y la lámina pretraqueal más inferiormente.⁽²⁾ También según ha descrito Morris PP,⁽⁶⁾ puede nacer directamente de la carótida común.

Tiene dos ramas colaterales: la arteria esternocleidomastoidea (se introduce en la parte media del músculo, cerca de su borde anterior) y la arteria faríngea superior (que penetra en el músculo tirohioideo atravesando su membrana y distribuyéndose en los músculos de la laringe y la mucosa del vestíbulo laríngeo).⁽¹⁾

Se divide en el vértice del lóbulo del tiroides en tres ramas:⁽³⁾

1.- La rama anterior: desciende sobre el borde medial del lóbulo de la glándula tiroides y se anastomosa sobre el borde superior del istmo con la rama correspondiente del lado opuesto y da origen a la rama cricotiroides (también considerada rama colateral de la tiroidea superior).

2.- La rama lateral: desciende sobre el borde lateral del lóbulo de la glándula tiroides. No es una rama constante.

3.- La rama posterior: desciende sobre la cara posterior del lóbulo de la glándula tiroides. Se anastomosa con la arteria tiroidea inferior.^(3,5)

También puede encontrarse descrita, según Renan Uflacker⁽³⁾ la rama hioidea (que se anastomosa con el sistema tirolangeal inferiormente y con el sistema linguofacial superiormente).

En 2008, Ozgur et al,⁽⁷⁾ publicaron un trabajo sobre la variabilidad de la arteria tiroidea superior en cuanto a que puede presentar un origen independiente o puede nacer desde un tronco común tirolingual o tirolinguofacial (Figura 4). Las arterias lingual y facial pueden también ramificarse desde un tronco común linguofacial cuando la arteria tiroidea superior presenta un origen independiente.

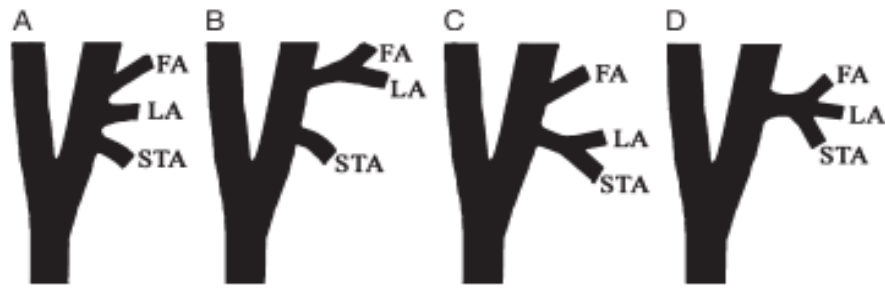


Figura 4: Tipos de ramificaciones de las ramas anteriores de la ACE. (A) ATs, AL y AF se originan de manera independiente (Tipo I), (B) tronco linguofacial (Tipo II), (C) tronco tirolingual (Tipo III), (D) tronco tirolinguofacial (Tipo IV).

En 2009, Vazquez et al,⁽⁸⁾ establecieron una agrupación para las mismas según su origen y atendiendo a si compartían o no tronco común:

Tipo I: origen a nivel de la bifurcación carotídea (BC).

Tipo II: origen a nivel de la arteria carótida común (ACC).

Tipo III: origen a nivel de la arteria carótida externa (ACE).

Tipo IV(a): origen a nivel de un tronco común tirolingual.

Tipo IV(b): origen a nivel de un tronco común tirolinguofacial.

Cabe destacar que la clasificación de Natsis et al. (2011) ⁽⁹⁾ para estas primeras tres ramas colaterales de la ACE es la más completa descrita hasta la fecha. (Figura 5)

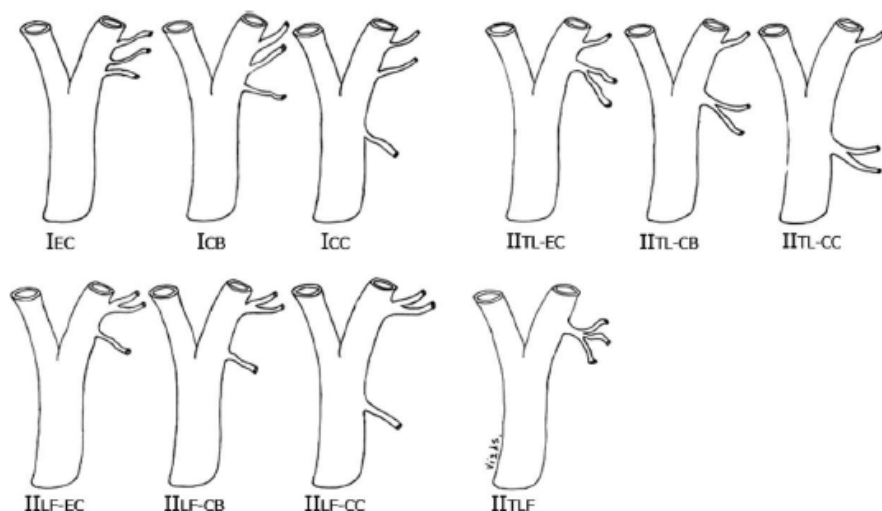


Figura 5: Tipos de ramificaciones de las ramas anteriores de la ACE. Origen independiente en ACE (IEC), en BC (ICB) y en ACC (ICC). Tronco tirolingual en ACE (IITL-EC), en BC (IITL-CB) y en ACC (IITL-CC). Tronco linguofacial y arteria tiroidea superior con origen en ACE (IIIF-EC), en BC (IIIF-CB) y ACC (IIIF-CC). Tronco tirolinguofacial con origen en ACE (IITLF)

Natsis et al.⁽⁹⁾ estudian que tanto la bifurcación carotídea (BC) como la arteria carótida común (ACC) tienen un desarrollo embriológico común a partir del tercer arco aórtico, y por lo tanto, cabría considerarlas como una entidad conjunta con respecto a clasificación del origen de la arteria tiroidea superior (ATS). La ACE se desarrolla a partir del primero y parte del segundo arco aórtico.

Estos autores afirman que el origen de la ATS podría ser clasificado de forma distinta. Muchos otros investigadores, como Hayashi et al.⁽¹⁰⁾ y Shintani et al.⁽¹¹⁾ entre otros, han considerado en sus clasificaciones a la BC como parte perteneciente a la ACE. Natsis et al.⁽⁹⁾ proponen establecer solamente dos categorías: un origen de la ATS a nivel conjunto de la ACC o la BC y otro origen distinto a nivel de la ACE.

La ATS, según Natsis et al.⁽⁹⁾ se originaría de la arteria carótida común (incluyendo la bifurcación carotídea) en un 61% de los casos, un porcentaje representativamente mayor que el que obtienen para el tradicionalmente establecido origen desde la arteria carótida externa. Este concepto replantea la clasificación clásica de las ramas de la arteria carótida externa y de la arteria carótida común y abre un gran paréntesis para reconsiderar lo que comúnmente se ha clasificado como una variación anatómica rara.

Arteria lingual

Nace en la cara medial de la carótida externa por encima de la arteria tiroidea superior. Desde ahí describe una curva convexa adaptada al constrictor medio de la faringe. Sigue anteriormente pasando superiormente al asta mayor del hueso hioides, se introduce profunda al músculo hiogloso y se sitúa lateral al constrictor medio. Después, la arteria lingual se dirige oblicuamente superior, medial y anteriormente, inferior al músculo lingual longitudinal inferior y lateral al geniogloso hasta llegar al borde anterior del hiogloso, donde se divide en dos ramas terminales: la sublingual y la profunda de la lengua.⁽¹⁾

La arteria sublingual se divide en una rama mentoniana (irriga al mentón), una mandibular (irriga a la zona del sector incisivo antero inferior) y la arteria de frenillo. Se anastomosa con la arteria submental. ⁽³⁾

La arteria lingual presenta dos ramas colaterales importantes. La rama suprahioidea, que sigue el borde superior del hueso hioides y se anastomosa con la del lado opuesto y la arteria dorsal de la lengua, que atraviesa el hioglosos hasta el vientre posterior del digástrico y sube por la base de la lengua hasta el pilar anterior del velo del paladar, la epiglotis y la base de la lengua. ⁽¹⁾

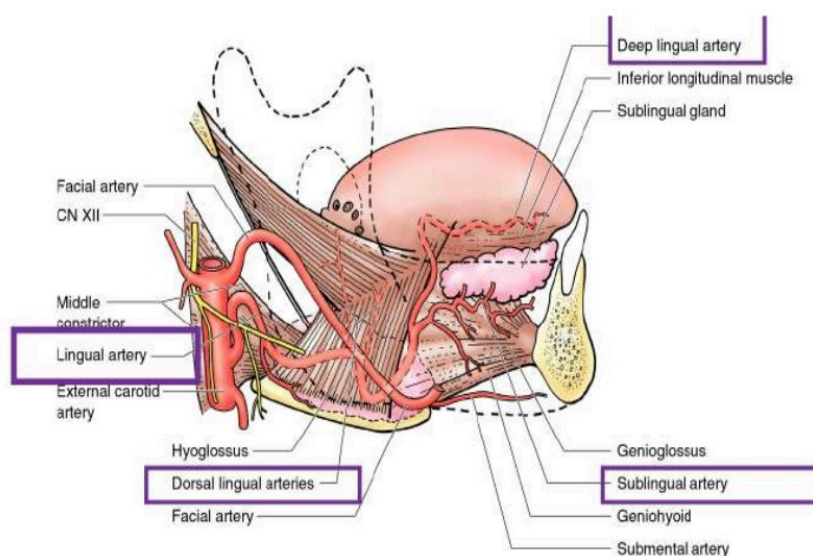


Figura 6.- Arteria lingual y sus ramificaciones

Arteria facial

Para, Pinar YA et al,⁽¹²⁾ la arteria facial es la principal arteria de la cara. Si no aparece, o está pobremente desarrollada, la región correspondiente estará irrigada por la arteria facial contralateral o las arterias oftálmica o infraorbitaria, según afirma el estudio de Mitz et al.⁽¹³⁾

La arteria facial se origina en la cara anterior de la carótida externa a unos 5mm por encima de la lingual. Sube pegada a la pared faríngea atravesando el vientre posterior del digástrico y al estilohioideo y penetra en la celda submandibular describiendo una curva faríngea o supraglandular al rodear a dicha glándula. Posteriormente describe una segunda

curva submandibular que rodea al borde inferior de la mandíbula y asciende sobre la cara describiendo una tercera curva, la curva facial hasta la comisura de los labios, el surco nasogeniano y el ángulo medial del ojo donde se anastomosa con la arteria dorsal de la nariz.⁽¹⁾

Esta arteria presenta varias colaterales como son la arteria palatina (cuya rama más importante es la arteria tonsilar), las ramas submandibulares, la arteria submentoniana, la rama pterigoidea, la rama maseterica, la arteria labial inferior, la arteria labial superior (cuya anastomosis con las labiales superiores del lado opuesto origina la arteria del tabique nasal, que sigue longitudinalmente al mismo hasta el lóbulo de la nariz) y la rama lateral nasal.⁽¹⁾

La rama terminal de la arteria facial es la arteria angular, que aparece tras la rama lateral nasal y sube por el surco nasogeniano, el surco nasopalpebral hasta que se anastomosa con la arteria dorsal de la nariz en el ángulo medial del ojo.⁽⁴⁾

Nakajima et al.⁽¹⁴⁾ investigaron las variaciones anatómicas de las ramas principales de la arteria facial del labio superior y la nariz. Vieron que se podían dar tres casos:

- 1.- En un 88% de los casos la arteria facial se dividía en la arteria nasal lateral y la arteria labial superior a nivel de la comisura bucal
- 2.- En un 8% de los casos, la arteria facial terminaba como la arteria angular después de originar las arterias anteriormente mencionadas.
- 3.- En el 4% de los casos la arteria facial da origen a la arteria labial superior y de ésta se ramifica la arteria nasal lateral. La arteria facial continúa como la arteria angular.

Arteria faríngea ascendente

Se origina en la cara posterior de la carótida externa casi al mismo nivel que la arteria lingual y asciende por la pared lateral de la faringe.⁽¹⁾ También se ha descrito su origen en un tronco común de la arteria occipital o de la arteria carótida interna.⁽⁴⁾ Se divide en ramas internas (como la rama faríngea inferior), ramas posteriores o prevertebrales y la

arteria menígea posterior, que se introduce en la cavidad craneal a través del orificio yugular.

Arteria occipital

Su nacimiento suele estar a la altura de la arteria facial, en la parte posterior de la arteria carótida externa, o también puede localizarse a la altura de la lingual. Se dirige superior, posterior y un poco lateralmente, cruza la cara anterior de la yugular interna y asciende posteriormente al intersticio estilodigástrico y del vientre posterior del digástrico, a lo largo del borde medial de dicho músculo. Al llegar a la altura del atlas, se dirige de anterior a posterior entre la apófisis transversa de esta vértebra y la eminencia yuxtamastoidea, sobre la cual labra frecuentemente un surco. La occipital se dirige enseguida medialmente y se desliza sobre el occipital profunda a los músculos longísimo y esplenio de la cabeza, hasta el borde medial de este último músculo, donde se divide en dos ramas terminales: una lateral y otra medial. ^(1,3)

La rama lateral pasa por la inserción occipital del trapecio y penetra en el cuero cabelludo. La rama medial continúa el trayecto de la occipital hacia la protuberancia occipital externa, atraviesa el trapecio y penetra también en el cuero cabelludo. De esta última se origina una rama menígea parietal inconstante que penetra en el cráneo por el orificio parietal y se anastomosa con la auricular posterior, la temporal superficial y la rama medial de la occipital del lado opuesto. ^(1,3)

Las ramas colaterales de la arteria occipital son las ramas musculares (numerosas), entre las cuales cabe destacar la arteria esternocleidomastoidea superior y la arteria descendente (que desciende por la nuca entre el esplenio y el semiesplenio de la cabeza), la arteria estilomastoidea, que acompaña al facial por el conducto del facial y la arteria menígea, que se introduce en el cráneo por el agujero yugular o el mastoideo. ^(1,3)

Arteria auricular posterior

Se origina de la cara posterior de la carótida externa por encima de la arteria occipital pasando por delante del estilohioideo y del vientre posterior del digástrico hasta llegar al borde anterior de la apófisis mastoideas, donde se divide en dos ramas terminales: la anterior o auricular y la posterior o mastoidea.

Las ramas colaterales que presenta la arteria auricular posterior son las parotídeas, las ramas musculares y la arteria estilomastoidea (si no procede de la occipital).^(1,3)

Arterias parotídeas

Su número es variable. Generalmente son dos, y naciendo a diferentes niveles se ramifican en la parótida.^(1,3)

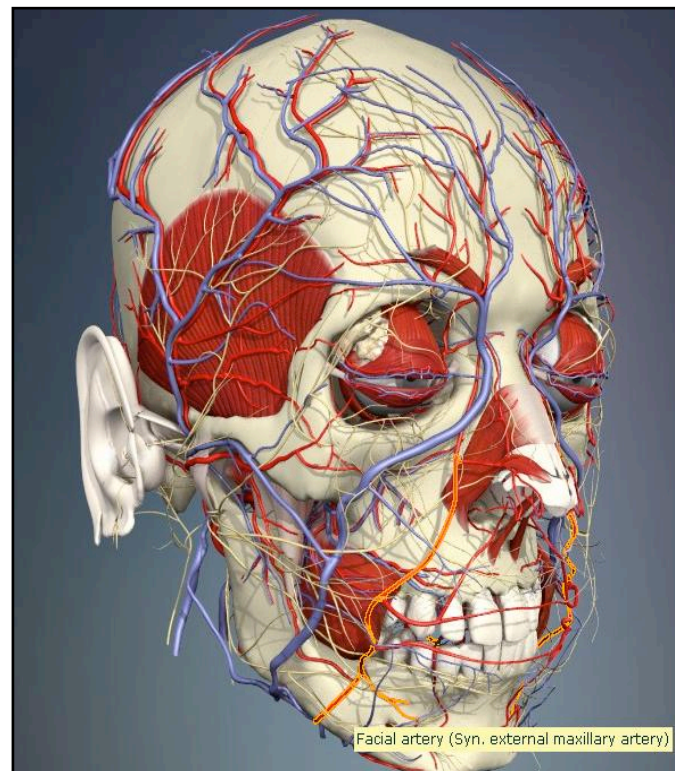


Figura 7.- Imagen 3D de las arterias de la cara. En color anaranjado está señalada la arteria facial.

1.2.2.4.- RAMAS TERMINALES

La carótida externa se divide en una localización entre el cuello del cóndilo mandibular y el ángulo mandibular en dos ramas: la arteria temporal superficial y la arteria maxilar. ⁽¹⁾

Arteria temporal superficial

Se origina en el espesor de la parótida y se dirige superiormente y superficialmente a la glándula discurrendo anterior al trago y posterior a la articulación temporomandibular. La arteria sigue su ascenso por la región temporal y se divide en dos ramas terminales por encima del arco cigomático. Una de ellas, la anterior o frontal, se dirige superior y anteriormente y la posterior o parietal directamente en sentido superior. Ambas se ramifican en los tegumentos de la parte lateral del cráneo y se anastomosan con las arterias supratroclear, supraorbitaria, auricular posterior y occipital. ^(1,3)

Sus ramas colaterales son numerosas y se dirigen hacia la parótida, el masetero, la articulación temporomandibular y la oreja. Caben destacar: ⁽³⁾

- La arteria transversa de la cara que nace en el cuello del cóndilo mandibular y se dirige hacia delante y hacia abajo hasta el arco cigomático y la mejilla.
- La arteria cigomático orbitaria que discurre desde el arco cigomático hasta la parte lateral del orbicular del ojo y se anastomosa con la palpebral superior.
- La arteria temporal media que nace superior al arco cigomático y se distribuye por el músculo temporal.

Arteria maxilar

Desde su origen en la carótida externa la arteria maxilar se dirige en dirección superior y anterior hasta la región infratemporal a través del ojal retrocondíleo siguiendo en este recorrido la cara medial del cuello de la mandíbula y al músculo pterigoideo lateral. Según Tadokoro et al, ⁽¹⁵⁾ desde el trasfondo de la fosa temporal puede seguir varios caminos:

1.- opción profunda: alcanza la cara medial del músculo pterigoideo lateral atravesando oblicuamente de posterior a anterior y de lateral a medial el intersticio que separa los dos haces de ese músculo.

2.- opción superficial: contornea el borde inferior del pterigoideo lateral y discurre sobre su cara lateral hasta el trasfondo.

Ambas variantes describen una curvatura en la parte superior de la tuberosidad del maxilar justo antes de llegar al trasfondo de la fosa infratemporal (Figuras 8 y 9) y el orificio esfenopalatino, donde adopta el nombre de esfenopalatina.⁽¹⁾



Figura 8.- (a) FOTOGRAFÍA DE LA FOSA INFRATEMPORAL

La arteria maxilar (Ma) emerge de la arteria carótida externa (Eca). La rama profunda de la arteria maxilar (flechas gruesas) transcorre por la capa profunda del músculo pterigoideo y da lugar a las arterias timpánica anterior (Ata) y meníngea media (Mma). La arteria auricular profunda (Daa) se inicia cerca del origen de la arteria temporal superior (Sta). La arteria meníngea media (Mma) atraviesa el foramen espinoso sin dar ramas accesorias. La rama profunda transcorre medialmente al nervio alveolar inferior (Ian), nervio lingual (Ln), nervio bucal (Bn) y entra en la fosa pterigopalatina. Antes de entrar en dicha fosa da origen a las arterias temporal profunda anterior (Adta), bucal (Ba) y alveolar superior posterior (Psaa).

La rama superficial de la arteria maxilar (flechas delgadas) transcorre superficial, dando accesorias como la arteria alveolar inferior (Iaa).

An: nervio auriculotemporal, NI: nervio pterigoideo lateral, V3: nervio mandibular, SI: ligamento esfenomandibular.

PRIMER GRUPO.- Casi todas las de este grupo nacen anteriores al cuello de la mandíbula y en la cara medial del pterigoideo lateral a excepción de la arteria timpánica anterior cuyo origen es a nivel del cuello de la mandíbula.⁽¹⁵⁾

- Arteria timpánica anterior. Se dirige superior y posteriormente y penetra en la cavidad timpánica por la fisura petrotimpánica, donde se ramifica.
- Arteria meníngea media. Desde su origen asciende en sentido medial al pterigoideo lateral y penetra en el cráneo por el agujero espinoso hacia el ángulo esfenoidal del parietal, dando algunas ramas pequeñas en el conducto del nervio petroso mayor y se anastomosa con la estilomastoidea, rama de la auricular posterior. Tiene dos ramas principales, una anterior y otra posterior.
- Arteria meníngea accesoria. Asciende desde su origen hasta penetrar en el cráneo por el agujero oval y distribuirse por el ganglio trigeminal y la duramadre.

SEGUNDO GRUPO.- Sólo aparece este grupo cuando la arteria maxilar se presenta en su variedad superficial. Cuando la arteria pasa entre los dos haces del músculo, la alveolar inferior pertenece al primer grupo y las restantes al tercer grupo o nacen entre los dos haces.⁽¹⁵⁾

- Arteria alveolar inferior. Desciende oblicuamente dando origen a las arterias del nervio lingual y la arteria milohioidea tras lo cual penetra y discurre por el conducto mandibular dando origen a ramas óseas y ramas dentarias.⁽¹⁾ En este canal, la arteria corre por lingual al nervio y ligeramente por encima de su posición horizontal, siendo un hallazgo bastante consistente, según Dorfman et al,⁽¹⁶⁾ al llegar a las proximidades del orificio mentoniano se divide dando una rama mentoniana que sale por dicho orificio hacia la zona incisiva y una rama incisiva que continúa por el conducto hasta las raíces del canino y los incisivos. Se ha descrito una variación del origen de la arteria alveolar inferior.⁽⁵⁾
- Arteria masetérica. Tiene un trayecto lateral a través de la escotadura mandibular hasta introducirse en la parte posterosuperior del masetero.

- Arteria temporal profunda posterior. Nace de un tronco común con la anterior y, subiendo por la cara lateral del pterigoideo lateral, se ramifica en la parte posterior del músculo temporal.
- Arterias pterigoideas. Son varias y se distribuyen por los dos músculos pterigoideos.

TERCER GRUPO.- Está constituido por arterias que nacen próximas a la tuberosidad del maxilar. ⁽¹⁵⁾

- Arterial bucal. Se dirige hacia el buccinador y se ramifica en las partes blandas de la mejilla.
- Arteria temporal profunda anterior. Se introduce en el músculo temporal y se distribuye por su parte más anterior.
- Arteria alveolar superior posterior. Desciende por la tuberosidad del maxilar y se divide en ramas dentales y peridentales que se dirigen por los conductos alveolares posteriores hasta el seno maxilar y las raíces de los molares.
- Arteria infraorbitaria. Se origina de la arteria maxilar antes de entrar en el trasfondo de la fosa infratemporal y siguiendo el surco y conducto infraorbitario sale por el orificio infraorbitario dando múltiples ramas para el párpado inferior y la mejilla. ⁽¹⁾ Esta arteria se anastomosa con mucha frecuencia con la anterior, la arteria alveolar superior posterior (pasando a ser arteria antral alveolar), según describen Taschieri et al, ⁽¹⁷⁾ en el espesor del hueso cortical de la pared lateral del seno maxilar, a unos pocos milímetros de los ápices de los premolares y los molares.

CUARTO GRUPO.- Todas estas arterias nacen en el trasfondo de la fosa infratemporal. ⁽¹⁵⁾

- Arteria palatina descendente. Desciende por el conducto palatino mayor e irriga el velo del paladar y la bóveda palatina. Una de sus ramas se anastomosa con la terminación de la rama medial de la esfenopalatina a nivel del conducto incisivo.

- Arteria del conducto pterigoideo (vidiana). Recorre de anterior a posterior el conducto pterigoideo y se distribuye en la bóveda de la faringe.
- Arteria pterigopalatina. Atraviesa el conducto palatovaginal e irriga a la mucosa de la bóveda de la faringe.

La arteria maxilar, después de originar sus ramas colaterales, se continúa como la arteria esfenopalatina y penetra en la cavidad nasal por el agujero esfenopalatino, dando dos ramas: una medial o nasopalatina que irriga el tabique nasal y otra lateral, que irriga la pared nasal lateral.

1.2.3. – IMPORTANCIA DEL CONOCIMIENTO DE LA ANATOMÍA VASCULAR

Según Troupis TG et al,⁽¹⁸⁾ las características anatómicas de las arterias y sus estructuras circundantes son de gran relevancia en medicina para el cirujano y es importante su conocimiento previo a cualquier procedimiento quirúrgico que vaya a llevarse a cabo en una zona determinada. La disección radial o selectiva de la zona del cuello es necesaria en un amplio número de procedimientos de cirugía general, cirugía maxilofacial, cirugía ortognática, cirugía vascular, otorrinolaringológica y cirugía plástica. Procedimientos como puedan ser las tiroidectomías, paratiroidectomías, extracciones de quistes tiroideos o braquiales, traqueotomías, procesos esofágicos, extirpación de tumores, limpieza de nódulos linfáticos metastásicos o casos de traumatismos.⁽¹⁸⁾

Arimoto S et al,⁽¹⁹⁾ señalan que durante cualquiera de estos procedimientos la complicación más temida es dañar alguna de las paredes de las ramas de la arteria carótida externa (ACE), arteria carótida interna (ACI) o arteria carótida común (ACC) que puede desembocar en sangrado, edema o daño de estructuras adyacentes por sangrado excesivo. La hemorragia asociada a la osteotomía mandibular, especialmente cuando se convierte en una amenaza para la vida del paciente, es un acontecimiento infrecuente, pero a tener muy en cuenta en las cirugías ortognáticas.

No son pocos los autores que han reportado casos de serias hemorragias durante y posteriormente a un procedimiento de cirugía ortognática: Piñeiro-Aguilar et al,⁽²⁰⁾ Panula et al,⁽²¹⁾ Jędrzejewski et al,⁽²²⁾ Arimoto S et al.⁽¹⁹⁾ La naturaleza altamente vascularizada de las áreas donde se realizan las cirugías ortognáticas, unido a la dificultad del acceso a la zona, son razones por las cuales hay tantas complicaciones durante dichas cirugías.⁽²³⁾

En una revisión sistemática realizada durante el año 2015 por Jędrzejewski et al⁽²²⁾ sobre las complicaciones pre, intra y postoperatorias en las cirugías ortognáticas, señala que las hemorragias como complicación quirúrgica constituyen un 9.09% del total de las complicaciones en las cirugías de tipo LeFort I descritas hasta la fecha. La hemorragia con repercusiones más severas se producen durante o después del LeFort I debido a la separación pterigomaxilar. El riesgo de sangrado en la zona maxilar posterior deriva de la rotura de la arteria palatina descendente o de la arteria maxilar y sus ramas.

En los estudios de Panula et al,⁽²¹⁾ en 2001 se expuso que la complicación más seria (aunque no la más común) durante las cirugías ortognáticas era la lesión vascular con pérdida de sangre, especialmente en pacientes con un cuello corto, una rama mandibular corta y en cirugías de LeFort I. Esto es debido precisamente, a esta ya comentada dificultad en el acceso e instrumentación médica durante la osteotomía, la cual incrementa el riesgo de rotura de la arteria maxilar interna (AMI).

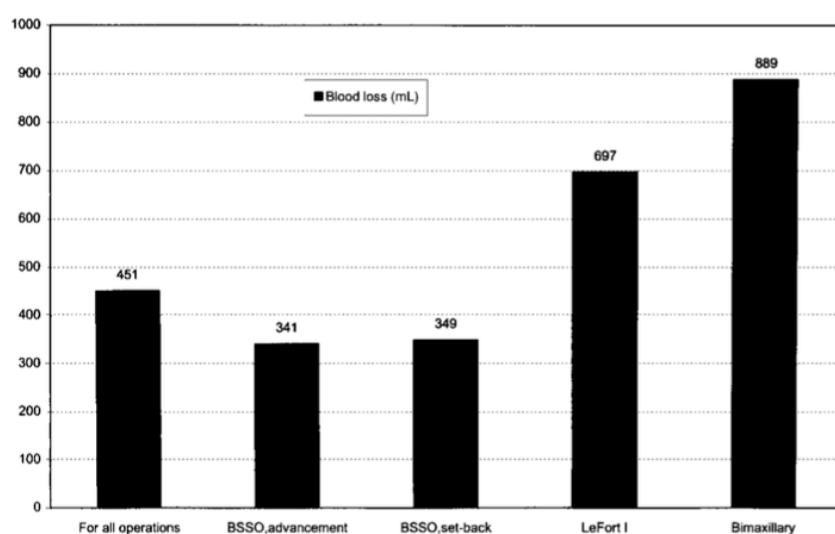


Gráfico 1: Resultados del estudio de Panula et al. con respecto a la media de pérdida de sangre (en ml) durante diferentes procedimientos quirúrgicos en 655 pacientes tratados con cirugía ortognática.

Según Arimoto S et al,⁽¹⁹⁾ las osteotomías intraorales verticales de la rama mandibular presentan un riesgo potencial de dañar la arteria maxilar interna. El apropiado conocimiento y estudio de esta arteria juega un rol muy importante en el control de la hemorragia durante la cirugía. Cuando se realiza una osteotomía intraoral vertical de la rama es importante poder localizar la escotadura sigmoidea, elevar cuidadosamente el mucoperiostio y colocar un retractor para evitar desgarrar los vasos durante la disección y osteotomía. Así pues, para este tipo de cirugías ellos consideran de vital importancia encontrar la localización exacta de la AMI preoperatoriamente.

1.3.- TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTICORTE (TCMC).

1.3.1.-INICIOS DE LA TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA.

Desde que Roentgen descubrió los rayos X en 1885, la radiología convencional ha proporcionado multitud de imágenes del cuerpo humano y ha permitido diagnosticar patologías en muchos campos de la medicina. Una de las limitaciones para el diagnóstico que presenta esta técnica es la superposición de estructuras que ocurre, ya muestra una realidad tridimensional en proyecciones radiográficas biplanares (dos dimensiones).

Los trabajos del matemático J.H. Radon en 1917 y de A.M. Cormack, unidos a la aparición de los ordenadores, permitieron a G.N. Hounsfield el desarrollo de la tomografía computarizada (TC), en 1972, según recogen Cantera A.C et al. ⁽²⁴⁾

La primera TC fue diseñada por Godfrey Hounsfield para superar los problemas de representación visual propios de la radiografía y de la tomografía. Según Miraldi F et al⁽²⁵⁾ se consiguió colimando el haz de rayos X y transmitiendo rayos X sólo a través de secciones transversales de un objeto. La idea revolucionó la práctica de la radiología y sirvió para que Hounsfield obtuviera el premio nobel, compartido, con Cormack en el año 1979.



Figura 10.- Sir Godfrey N. Hounsfield (1919-2004).

Para Cruz FJ et al,⁽²⁶⁾ la diferencia en cuanto a prestaciones que esta técnica ofrece con respecto a la radiología convencional, es la representación de la anatomía corporal en cortes o secciones obtenidos a partir de numerosas determinaciones de atenuación transaxial de los rayos X. Esto se consigue delimitando los diferentes valores de la atenuación lineal de los tejidos de forma cuantitativa en sus respectivas posiciones espaciales.

TÉCNICAS

Para conseguir estas imágenes se necesita un equipo técnico que permita la obtención de esta información, su procesamiento, posterior representación y análisis de las mismas.

Los sistemas de TC se basan, por lo tanto, en un proceso de tres etapas:

- 1.-Adquisición de los datos
- 2.-Reconstrucción
- 3.-Visualización o representación

Adquisición de los datos.

Los componentes de los sistemas de adquisición de datos de un TC son ⁽²⁶⁾:

Generador de Rayos X: suministra la energía necesaria al tubo de rayos X para la generación de la radiación.

Tubo de rayos X: emite los cuantos de rayos X necesarios para la producción de imágenes médicas.

Detectores: son elementos en número y disposición variable según el tipo de TC que captan la señal que les llega tras haber atravesado los rayos X la parte del cuerpo a estudiar y la transforman en corriente eléctrica. Actualmente se utilizan detectores de centelleo en estado sólido (wolframato de cadmio y oxisulfuro de gadolinio) que

transforman, de forma proporcional, en luz la cantidad de fotones que inciden sobre ellos y, posteriormente, en corriente eléctrica.

Colimadores: determinan el grosor de corte y la cantidad de dosis de radiación que llegan al paciente y restringen la radiación dispersa que llega a los detectores.

Camilla de soporte: generalmente de fibra que carbono, sirve para mantener al paciente en la posición adecuada.

Sistema de filtración de haces de rayos X: compensan las características distintas de la radiación del haz que emite el tubo de rayos X.

Sistema de adquisición de datos: constituye el núcleo de un TC. Su cometido es convertir la radiación X que ha atravesado el objeto en energía eléctrica y ésta en datos digitales. Además realiza la conversión logarítmica de los datos y los transmite al sistema de pretratamiento para su posterior reconstrucción.⁽²⁶⁾

Tipos de TC

La evolución de los sistemas de adquisición de datos, así como las múltiples innovaciones técnicas y electrónicas, han posibilitado la creación de TC mucho más potentes y rápidos.

TC de primera generación:

En la primera generación (convencional), escáneres, el tubo producía un haz de rayos X que pasaba por el paciente y era recogido por una hilera de detectores en el otro lado.

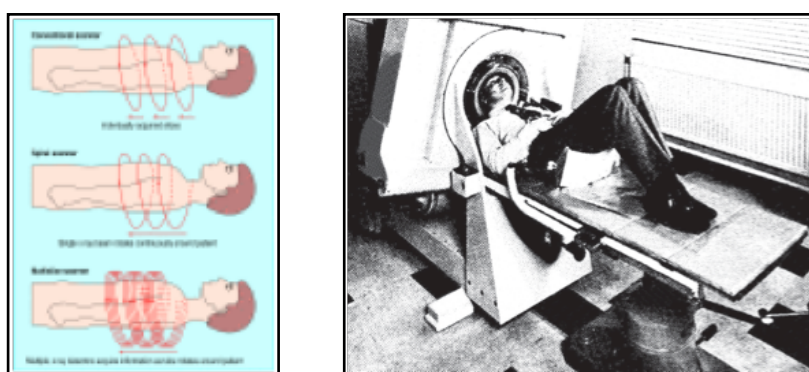


Figura 11.- Ejemplo de TC de primera generación

El tubo y los detectores estaban colocados en los lados opuestos de un anillo que rotaba alrededor del paciente. Los vínculos físicos entre los cables de alimentación y el tubo se rompían y este no era capaz de rotar continuamente. Después de cada rotación, el escáner debía detenerse y girar en la dirección opuesta. Cada rotación adquiría una imagen axial, normalmente con un grosor de corte de 1 cm, de aproximadamente 1 segundo por rotación. Por su largo tiempo de exploración se limitó a estudios craneales, según Martinez LJ y colaboradores.⁽²⁷⁾

TC de segunda generación:

Seguía basándose en el principio de traslación-rotación pero incorporando la geometría de haz en abanico. El haz presentaba una divergencia de entre 3 y 10 grados y era recogido tras atravesar el cuerpo en una matriz de detectores lineales.⁽²⁶⁾ Con este TC se conseguía la imagen en un tiempo menor.

TC de tercera generación:

Conservan la geometría de haz en abanico pero el haz aumenta su divergencia hasta los 50 - 55 grados, aumentándose el número de detectores que giran con el tubo. Los tiempos de corte se reducen.

TC de cuarta generación:

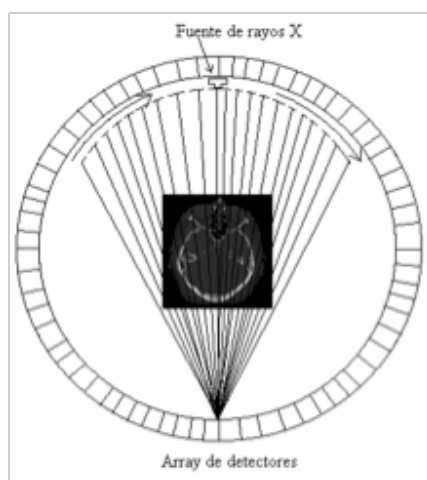


Figura 12.- Cuarta generación escáner TC

Usan igualmente un haz de rayos X divergente de unos 50 a 55 grados, pero en esta ocasión solo rota el tubo, pues los detectores están fijos (Figura 13). El tiempo de giro alcanza el segundo. Los TC de tercera y cuarta generación se desarrollaron simultáneamente. ⁽²⁷⁾

TC Helicoidal:

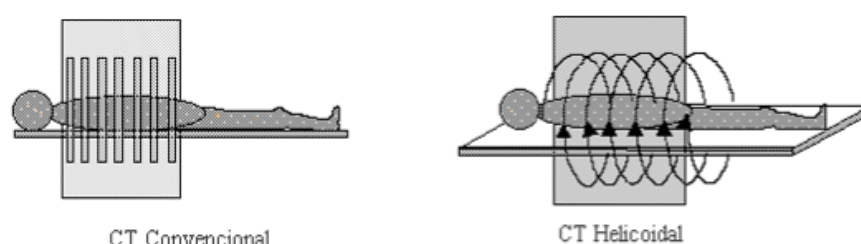


Figura 13.- TC Helicoidal comparado con TC Convencional.

La presentación del TC convencional se hizo en 1972. Diecisiete años después aparecía el TC helicoidal espiral. ⁽²⁶⁾

Consiste básicamente en la adquisición de datos durante la rotación continua del tubo de rayos X, mientras se produce el desplazamiento longitudinal simultáneo a una velocidad constante de la mesa y del paciente (Figura 13).

Gracias a la tecnología de anillos deslizantes se consigue una rotación continua del conjunto tubo de rayos X y detectores, reduciéndose de forma muy eficaz el tiempo de barrido.

Las ventajas del TC Helicoidal con respecto al convencional se resumen de la siguiente manera:

Disminuye el número de errores de registro entre cortes axiales consecutivos al realizarse los estudios en menos tiempo. Con el TC convencional, si no se mantenía el

mismo grado de apnea se corría el riesgo de cortar dos veces la misma zona o no cortar una pequeña lesión.⁽²⁶⁾

Reduce los tiempos de adquisición por exploración.

Reduce al mínimo los artefactos de movimiento del paciente.

Reduce la dosis absorbida por el paciente.

Mejora la resolución espacial en el eje longitudinal del paciente (eje Z).

Mejora las reconstrucciones multiplanares y tridimensionales a partir de los datos brutos.

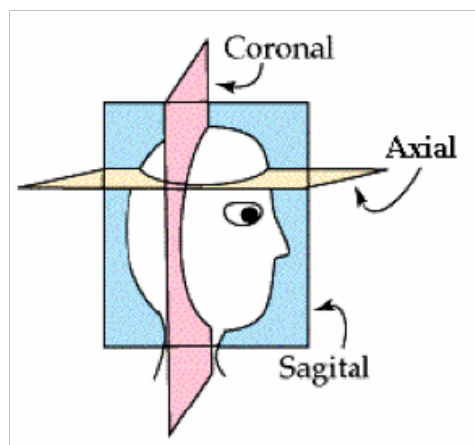


Figura 14.- Tipos de cortes realizados con la TC

1.3.2.- TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA MULTICORTE (TCMC):

Una vez se desarrollaron los sistemas espirales o helicoidales que permitían la adquisición continua y simultánea de la imagen con el avance de la mesa de exploración, en una nueva generación, aparecieron equipos que implementaban más de una fila de detectores a lo largo del eje del paciente, lo que se conoce como TC multicorte (TCMC) o TC multidetector (TCMD).

Aunque esta tecnología se describió ya en la década de los setenta, su bondad no fue reconocida hasta la introducción en la práctica clínica, en el año 1998, de los sistemas de cuatro filas de detectores según Prokop M. ⁽²⁸⁾

Desde entonces, con una periodicidad casi bianual, la TCMC ha evolucionado apareciendo equipos de 6, 8, 10, 16, 40 y 64 filas de detectores, lo que permite realizar exploraciones con un grosor de corte más fino y cubrir un rango de estudio en un tiempo significativamente más corto con mayor resolución.

La última generación de TCMC incluye equipos de dos tubos de rayos X con sus respectivas filas de detectores montados perpendicularmente en un mismo gantry (TC de doble fuente, dual-source CT). Estos sistemas están abocados a revolucionar la radiología mediante el concepto de doble energía y, particularmente, la imagen cardíaca debido a su elevada resolución espacial y temporal.

Mediante TC se puede estudiar, con gran precisión, prácticamente cualquier órgano del cuerpo y su patología. Si bien inicialmente se requería un tiempo elevado para completar los estudios, los avances técnicos han permitido acortar significativamente el tiempo de exploración de manera que hoy en día la TCMC es la exploración de elección en múltiples situaciones de urgencia como por ejemplo, en pacientes politraumatizados en los que en menos de un minuto se puede conocer el estado de cualquier órgano del cuerpo incluyendo cerebro, columna vertebral y vísceras toracoabdominales.

Siguiendo a Stein PD et al,⁽²⁹⁾ probablemente la aplicación clínica que más se ha beneficiado de la evolución de la TC ha sido la angiografía. Tras la inyección de una mínima cantidad de contraste por una vena periférica la TCMC permite realizar estudios angiográficos de excelente calidad diagnóstica de forma no invasiva.

Ha sustituido a otras técnicas diagnósticas ya establecidas para un diagnóstico concreto (por ejemplo, la angiografía en el tromboembolismo pulmonar) y es la técnica diagnóstica de elección ante la sospecha de esta entidad.⁽²⁹⁾

En apenas unos segundos y de forma no invasiva mediante angiografía por TCMC, también se pueden realizar diagnósticos clínicamente relevantes como aneurismas o disección de aorta. Por tanto, gracias al progreso de la TC, en muchas indicaciones la angiografía invasiva convencional ha quedado en un segundo plano y se considera una técnica no tanto para realizar un diagnóstico sino para planificar y tratar de forma mínimamente invasiva determinadas patologías por radiólogos especializados.

Una de las aplicaciones más emergentes de la TCMC es la posibilidad de estudiar el corazón y, en especial, las arterias coronarias. Este hecho era impensable hasta que se ha podido realizar la adquisición con tiempos de rotación de gantry inferiores al segundo y sincronizar la adquisición de las imágenes con el electrocardiograma (ECG) del paciente. Dado el alto valor predictivo negativo de la técnica, se considera que la coronariografía por TCMC permite descartar enfermedad coronaria con gran exactitud, según García MJ et al.⁽³⁰⁾

Además, tal y como han publicado Rubinshtein R et al,⁽³¹⁾ dada la rapidez y la capacidad de adquirir estudios torácicos completos con sincronización ECG, comienzan a establecerse nuevas aplicaciones clínicas, como la valoración de los pacientes que acuden a urgencias por dolor torácico de etiología incierta.

No se puede comprender el impacto de la TC en la práctica clínica diaria si no se consideran las técnicas de postprocesado.

En efecto, uno de los aspectos que más ha revolucionado la imagen en radiología ha sido la capacidad de adquirir los estudios de manera tridimensional; la posibilidad de realizar estudios volumétricos. Así, en el TC se ha pasado de interpretar imágenes axiales o transversales puras (de ahí el antiguo nombre de tomografía axial computarizada – TAC) a estudiar volúmenes completos que pueden ser reconstruidos en cualquier plano del espacio.

La adquisición de las imágenes en TC continúa siendo transversal pura a diferencia, por ejemplo, de la resonancia magnética que posee capacidad de adquisición multiplanar. Sin embargo, tras el procesamiento de las imágenes éstas se pueden reconstruir en los planos sagitales, coronales u oblicuos deseados en función de la sospecha clínica o de la patología a estudiar.

Reconstrucción :

Aunque la imagen obtenida en la pantalla del ordenador es bidimensional corresponde en la realidad a un volumen. El soporte donde se crea la imagen es una MATRIZ, que es un concepto abstracto y matemático. Esta matriz no se ve, se ve solo la imagen. La matriz es una rejilla cuadrada compuesta de un número variable de cuadraditos, cada cuadradito recibe el nombre de PIXEL.⁽²⁵⁾ (Figura 15)

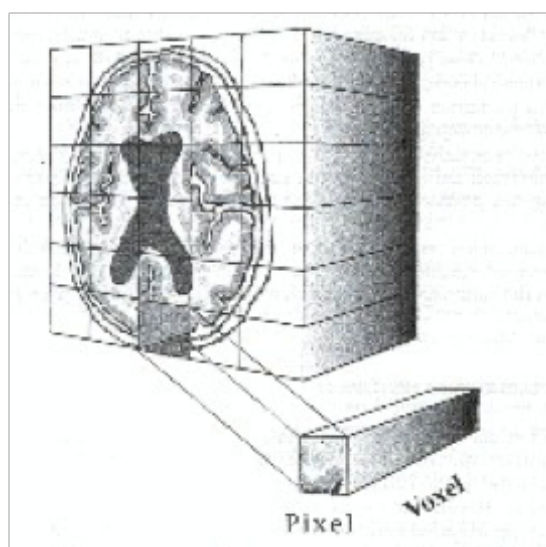


Figura 15 .- Esquema de un voxel y un pixel

Como la imagen corresponde a un volumen, si a un pixel lo sacáramos de la matriz, vemos que el pixel tiene un grosor (grosor de corte) pues al pixel + el grosor de corte se le denomina VOXEL, es decir, ya tiene tres dimensiones.

Una vez que el ordenador ha obtenido la imagen a cada pixel se le otorga un valor, gracias a que el ordenador a digitalizado los datos. Este valor corresponde a la media de atenuación que sufrieron los distintos fotones de Rx que después de atravesar al paciente llegaron a los detectores y que se representan en dicho voxel. Es decir el coeficiente de atenuación representado en un pixel es la media de todos los coeficientes de atenuación que existan en el volumen del voxel. No se puede representar algo mas pequeño que el voxel.

Esto nos lleva a diferenciar los conceptos de ISOMETRIA Y ANISOMETRÍA.⁽²⁷⁾

Decimos que un voxel es isometrico cuando los valores de sus tres dimensiones son iguales, lo contrario sería anisotropía o anisometría.

La anisometría tiene poca importancia cuando los cortes son axiales, pero cuando se hace una reconstrucción en otro plano, si el voxel no es isométrico habrá una pérdida de resolución en ese plano.⁽²⁷⁾ Por eso la importancia de obtener los cortes más finos pues es entonces cuando un voxel es isotrópico o cercano a la isotropía.⁽²⁷⁾

3.-Visualización o representación:

Es el proceso mediante el cual el ordenador muestra la información de un estudio en forma de imágenes, para que se pueda realizar una correcta interpretación diagnóstica, que es el objetivo final del desarrollo de esta tecnología.⁽²⁶⁾

Forman parte del sistema de visualización:

Ordenador.- muy potente.

Consola de control.- generalmente son dos consolas.

Sistema de almacenamiento de datos o memoria de ordenador.

Escala de números TC.-

El ordenador después de computar toda la información, otorga un valor numérico a cada pixel (que se corresponde con el coeficiente de atenuación), este número del pixel se corresponde con un color en una escala de grises que tenemos si hacemos esto con todos los pixels tendremos una amplia gama de grises capaz de representar cualquier imagen. Pues bien con la escala de atenuaciones conocida no había forma de aclararse, hasta que a una serie de investigadores se les ocurre una nueva escala. Esta nueva escala tomó como referencia el agua. Por ello la nueva unidad habría que aplicar la fórmula.

$$HU = (\mu_{\text{objeto}} - \mu_{\text{agua}}) / \mu_{\text{agua}} \times 1000$$

Esta unidad de absorción se llama **Hounsfield (UH)** o valor de CT. ⁽²⁵⁾

Según esta expresión los valores tipo del número de TC p valor de pixel de unidades Hounsfield para diferentes materiales o tejidos son:

Aire: del orden de -1000 UH

Agua: de 0 UH

Tejidos grasos: por debajo de 0 (entre -80 y -100 UH)

Pulmón: entre -600 y -950 UH

Tejidos blandos: entre 20 y 70 UH

Hueso compacto: del orden de 800 a 900 UH

Visualización avanzada

Los avances comentados posibilitan manejar las estaciones de trabajo, permitiendo una interacción permanente con las imágenes, para, mediante determinados software, poder sacarle todo el rendimiento posible al estudio en el postprocesado.

Existen varios tipos de postprocesado que básicamente consisten en reconstrucciones multiplanares y una serie de técnicas de representación tridimensional. ⁽²⁶⁾

Rendering es un proceso que utiliza un algoritmo para reconstruir una imagen a partir de los datos del volumen. Comprende: MPR, 3D, MIP, MinIP, VIP, SSR, VRT y Imagen endoluminal.

MPR o Reconstrucción multiplanar. Desde la introducción de los equipos multicorte esta es la forma de reconstrucción más básica, se realiza de manera rutinaria para interpretar los estudios. Esto es posible gracias a la elevada resolución espacial y a que la tecnología multicorte adquiere imágenes prácticamente isotrópicas, lo que permite obtener imágenes de gran calidad diagnóstica independientemente del plano de reconstrucción.⁽²⁷⁾

Reconstrucciones tridimensionales, en un principio se preguntaba si eran simplemente estéticas o aportaban algo más, hoy nadie cuestiona su valor.

MIP (Maximum Intensity Projection) :- Es una técnica de tratamiento de volumen VR, un rayo imaginario atraviesa los cortes en cualquier dirección, se visualiza el vóxel contenido en la fila del volumen con el máximo valor de atenuación, su representación se hace en 2D.⁽²⁴⁾

Estas proyecciones son útiles para analizar estructuras óseas y sobre todo las arterias.

VRT (Volume Rendering Techinique)

Es la técnica 3D más útil y versátil. Utiliza todos los datos del volumen, representa múltiples tejidos y sus relaciones, proporciona más información clínica que cualquier otro método, es muy apreciada por los cirujanos ya que facilita información espacial y vías de abordaje.⁽²⁴⁾



FIGURA 16.- Ejemplo de postprocesado de imágenes.

Todas estas técnicas de postprocesado se realizan una vez terminadas las exploraciones, sin necesidad de adquirir estudios adicionales. Permiten conocer con mayor precisión la relación de los órganos o patologías estudiadas con respecto a las estructuras anatómicas adyacentes.

Las técnicas de postprocesado suponen una herramienta de diagnóstico imprescindible para los radiólogos y resto de especialistas, ya que la información que aportan supera con creces la disponible únicamente con las imágenes axiales. Las imágenes axiales fuente, continúan siendo indispensables para realizar el diagnóstico, pero un adecuado postprocesamiento de los estudios proporciona un valor añadido a las exploraciones.

Así, es cada vez mayor el número de clínicos que exige postprocesamiento de los estudios de TC y presentación de los casos en imágenes distintas a las axiales convencionales. Un claro ejemplo lo constituyen los cirujanos, quienes se benefician significativamente de la información tridimensional de la TC al planificar las intervenciones quirúrgicas, según G. Bastarrika G et al. ⁽³²⁾

CALIDAD DE LA IMAGEN

Vendría definida por el grado de exactitud con el que se reproducen en una imagen las características de un objeto.⁽²⁴⁾

RESOLUCIÓN ESPACIAL

Es la capacidad de diferenciar entre dos puntos adyacentes. La resolución espacial se mide en pares de líneas por centímetro (lp/cm). En los TCMC de 32-64, esta resolución puede llegar hasta 24-30 en el plano XY y 15 en el eje Z, según Kopp AF.⁽³³⁾

RESOLUCIÓN DE CONTRASTE

Es el segundo factor más importante que influye en la capacidad de un escáner para describir con precisión la anatomía.

La capacidad para distinguir estructuras de diferente densidad, sean cuales sean su forma y su tamaño, se denomina *resolución de contraste*. Traduce la exactitud de los valores de absorción de los Rx por el tejido en cada voxel o pixel. Depende de:

- Contraste del objeto
- Ruido de fondo del equipo(es inherente)

El ruido se manifiesta como un granulado de fondo que disminuye la calidad de la imagen.

El error en el cálculo del valor del coeficiente de atenuación de un pixel, se refleja en forma de variación estadística (denominada ruido) que es la que limita la resolución de contraste final.

La resolución de contraste suministrada por los escáneres es considerablemente superior a la de las radiografías convencionales, principalmente debido a la colimación del haz.⁽²⁴⁾

RESOLUCIÓN TEMPORAL

La aparición de artefactos debido al movimiento, está relacionada con la resolución temporal, esto es, la duración del tiempo de adquisición de la imagen. ⁽²⁴⁾

Dosis de radiación al paciente

Es un tema de gran importancia. En un trabajo estadístico del año 2000 se comparó el número de estudios de TC en relación con el total de estudios radiológicos. Siendo el TC sólo el 4,2% supone el 37,8% de la dosis efectiva colectiva. ⁽²⁷⁾

Se han definido unas magnitudes para poder expresar las características dosimétricas de los equipos de TC. La medida de estas magnitudes se utiliza en garantía de calidad y en la evaluación de los protocolos de adquisición de los exámenes, para calcular las dosis que reciben los pacientes y los riesgos asociados.

La primera y más específica de estas magnitudes es el índice de dosis de TC (CTDI, según sus siglas en inglés), se expresa en términos de dosis absorbida en aire y se mide en mGy. ⁽²⁴⁾

Los equipos de TCMC proporcionan en sus consolas información sobre la dosis que recibe el paciente, mostrando en la pantalla del operador los valores del CTDI.

Hoy todos los equipos incluyen programas y protocolos para reducir la dosis de radiación adaptados a cada tipo de estudio, sobre todo en coronarioCT. ⁽²⁴⁾

CONTRASTES

Dentro de los contrastes positivos, se encuentran los contrastes yodados hidrosolubles de los cuales existen diferentes tipos. Estos son los contrastes utilizados para los estudios angiográficos mediante TCMC.

La angiografía convencional se realiza introduciendo un catéter e inyectando contraste dentro de la arteria.

La angiografía por TCMC es mucho menos invasiva (el contraste se inyecta en una vena periférica y no en una arteria), y es mejor tolerado por el paciente. Este procedimiento se utiliza como cribado en un gran número de pacientes para evaluar la existencia de enfermedad arterial, según Pedrosa CS.⁽³⁴⁾

1.3.3- APLICACIONES DE LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA AL ESTUDIO ANGIOGRÁFICO DE LA CARA.

La evaluación mediante técnicas de imagen de la anatomía vascular y de su patología se ha basado clásicamente en la arteriografía con sustracción digital (ASD). Siguiendo a Vasbinder GBC et al,⁽³⁵⁾ esta técnica es el patrón oro, pero no está exenta de riesgos, debido a su carácter invasivo. Según Kuruoglu et al,⁽³⁶⁾ la angiografía es una técnica cara y conlleva asociado un riesgo del 1,5% al 2,0% de morbilidad y mortalidad.

Es por ello que se ha intentado desarrollar otras técnicas como la ecografía Doppler y la Resonancia Magnética.

En opinión de Vasbinder GBC,⁽³⁷⁾ el actual desarrollo de los equipos de Tomografía Computarizada Multicorte (TCMC), ha relanzado esta modalidad de diagnóstico por la imagen en el estudio vascular.

Según Sheth S et al⁽³⁸⁾, los nuevos equipos de Tomografía Computarizada dotados de múltiples detectores proporcionan un notable incremento de la resolución en el eje Z, lo que permite obtener un elevado número de imágenes de naturaleza cuasi-isotrópica en cortos períodos de tiempo y posibilitan reconstrucciones multiplanares de calidad.

Además, la brevedad de las exploraciones disminuye la posibilidad de artefactos de movimiento y permite reducir la dosis de contraste yodado a administrar, según Kang PS et al.⁽³⁹⁾

Todas estas razones están haciendo de la TCMC una técnica alternativa aplicable al estudio vascular ⁽³⁹⁾ y especialmente a la valoración de la aorta y de sus ramas.

Solar et al,⁽⁴⁰⁾ Mardinguer et al,⁽⁴¹⁾ Ella et al⁽⁴²⁾ y Rysz M et al, ⁽⁴³⁾ en sus respectivos trabajos han hecho uso de la tomografía computarizada para analizar el trayecto y anastomosis de las distintas arterias que irrigan el maxilar, ya que, según estos autores, la preservación de dichas estructuras es de gran importancia en el pronóstico de la cirugía de elevación de seno maxilar y la posterior osteointegración de los implantes dentales.

Rysz et al⁽⁴³⁾ utilizaron las imágenes obtenidas por tomografía computarizada sin inyección de contraste para intentar localizar la anastomosis entre la arteria infraorbitaria y la arteria alveolar posterior superior, pudiendo identificarla sólo en un 50% de los casos.

Autores como Kuruoglu et al⁽³⁶⁾ refieren en 2014 su uso como método diagnóstico de elección en las patologías de la arteria temporal superficial. He Y et al⁽⁴⁴⁾ lo utilizan preoperatoriamente en las cirugías de patologías cancerígenas de la lengua.

Hoy día, dentro de la disciplina de la odontoestomatología, está cada vez más en auge el uso de los sistemas de Tomografía Computarizada de Haz Cónico. Según estudios como los de Martinez NZ et al,⁽⁴⁵⁾ Swennen et al, ⁽⁴⁶⁾ Kamburoglu et al, ⁽⁴⁷⁾ Winter A et al, ⁽⁴⁸⁾ es una tecnología que irradia mucho menos que la TC convencional, distorsiona menos las imágenes en pacientes con restauraciones metálicas en la boca y tiene un coste mucho menor, lo cual la hace adecuada para su uso en la práctica clínica diaria.

2.- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Actualmente, el número de personas que requieren y solicitan tratamientos odontológicos va en aumento. La Odontología, sujeta como cualquier Ciencia de la Salud, a los avances de la técnica, abarca una gran variedad de procedimientos muchos de los cuales tienen cierto carácter invasivo. Un carácter que, en muchas ocasiones, emplea toda una serie de herramientas diagnósticas previas entre las que no podían faltar los estudios por la imagen.

Sin embargo, a pesar de la frecuencia con la que se utilizan estas técnicas de diagnóstico por la imagen, hasta ahora, la gran mayoría de las pruebas que suelen solicitarse a los pacientes sólo proporcionan imágenes en dos planos; lo que limita, en gran parte, el conocimiento exacto de la anatomía en cada caso concreto.

Es por ello por lo que, y en este sentido, nosotros pensamos que el conocimiento de las arterias carótidas, sus ramas y posibles variantes anatómicas, no sólo pueden resultar de gran importancia dentro de la anatomía cráneo-facial, sino, como recogen numerosos trabajos ^(7-9,12,13,18-22), de gran utilidad a la hora de establecer el grado de desarrollo de las estructuras sobre las que se va a actuar y sus posibles relaciones con el resto de la anatomía; un conocimiento que puede evitar lesiones no deseadas.

Aunque la anatomía aparece hoy día como una disciplina secundaria, incluso en la enseñanza, la misma, no es ajena a los protocolos y avances de las más sofisticadas técnicas de exploración y diagnóstico.

Una gran parte de la evidencia científica existente hasta el presente, se apoya en estudios realizados en disecciones practicadas en cadáveres. La naturaleza de este método de estudio ha limitado durante mucho tiempo la profundización en la instrucción de la anatomía vascular del cuello y la cabeza.

Fuera del método anterior, para el estudio vascular, hoy día está establecido el estudio angiográfico como el patrón oro. Dichos estudios consisten en la introducción de

un catéter en el vaso a estudiar o en sus proximidades para, una vez inyectado el contraste, realizar radiografías. Esta técnica está considerada también de tipo invasivo.

El advenimiento de nuevas tecnologías no invasivas o menos invasivas, ha promovido nuevas líneas de investigación en distintas áreas de las Ciencias de la Salud, y dentro de ellas en la Odontoestomatología, donde son muy escasos los trabajos en este sentido si excluimos los estudios sobre cadáveres.

La aparición de modernos equipos de TCMC (Tomografía Computarizada Multi Corte) permite obtener mediante cortes finos y con la inyección intravenosa de pequeñas cantidades de contraste, el estudio de los vasos de pequeño calibre.

Dada la mayor resolución de estos equipos y que no se necesita la introducción de un catéter en el organismo para inyectar el contraste, la TCMC supone una técnica mucho menos invasiva y con menos riesgos para el paciente que la angiografía.

Hemos de señalar que la técnica o proceso para la realización de los estudios arteriales que a continuación detallamos, fueron ejecutados por el personal sanitario habitual del Servicio de Radiología del Hospital de Valme; y que los mismos no fueron, en principio, establecidos para esta tesis, sino ante la sospecha de otras posibles patologías. Nosotros hemos utilizado dichos estudios como tema de la presente Tesis Doctoral porque, a tenor de las nuevas líneas de investigación, los mismos podrían aportar nuevos conocimientos y posibles correlaciones dentro de los estudios buco-dento-faciales

La manipulación posterior de estas imágenes, mediante software específico, permite obtener imágenes en 3D de ramas principales, colaterales y terminales de cualquier vaso, cortes sagitales, axiales y coronales, lo que aporta en la actualidad una herramienta muy útil para su visualización y análisis.

Por ello y teniendo en cuenta que estudios de este tipo no se han realizado en Odonto-Estomatología, nosotros nos hemos planteado un objetivo general y algunos específicos:

COMO OBJETIVO GENERAL

Establecer el mapa vascular de las estructuras que riegan el macizo craneofacial con el método mínimamente invasivo que nos proporciona la angiografía tridimensional con TCMC.

Y COMO OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer la anatomía de la ACE, su origen y sus ramas colaterales y terminales.

Determinar si el TCMC permite visualizar en 3D, y correctamente, sus ramas colaterales.

Estudiar las posibles variantes anatómicas de la ACE

Valorar qué vasos podemos observar con este método diagnóstico y cuáles no.

Observar, para cada rama principal de la ACE, cuál es el mínimo calibre que puede apreciarse en las reconstrucciones en 3D.

Abrir este método diagnóstico a cualquier posible utilidad práctica dentro de la Estomatología en sus diversos campos.

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.- UBICACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio arterial y la recogida de datos de la presente Tesis Doctoral se realizaron en el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario de Valme de Sevilla.

3.1.1.- Muestra objeto del estudio.

Se ha realizado un estudio descriptivo retrospectivo con las imágenes guardadas en el PACS (Picture Archiving and Communication System) de 70 pacientes, 23 mujeres (33%) y 47 varones (67%) con edades comprendidas entre los 35 y 85 años de edad y media de 65 años estudiados en el Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario de Valme. Éstos han sido sometidos previamente a la realización de un TCMC para el estudio de troncos supra aórticos con motivo de sospecha de patología vascular. Los casos incluidos en este estudio han sido elegidos todos con informe radiológico de normalidad de la exploración o con alguna patología que no compromete la visualización de la ACE .

Los sujetos fueron elegidos al azar y con criterios puramente cronológicos desde abril del 2014 hasta agosto de 2015 inclusive, período en el que se han llevado a cabo unos 400 estudios de este tipo. La muestra, por lo tanto, es representativa en cuanto al número de hombres y mujeres que contiene con respecto a las exploraciones que se llevan a cabo en el Servicio de Radiología, donde la proporción de estudios según sexo que se realizó en este período de tiempo concuerda con la proporción de la muestra.

Contamos para el presente estudio con el visto bueno del Comité de Ética de Investigación Sevilla Sur (Ver anexos).

3.1.2.- Equipamiento.

El equipo utilizado es un TCMC (Tomografía Computarizada Multi Corte), de la casa Philips de 64 detectores, modelo Brilliance. La resolución espacial de este equipo es de 0,5 a 0,75 mm y tiene una resolución temporal de 0,3 a 0,7 seg.

El contraste con el que se realizan este tipo de pruebas es administrado con una bomba de doble cabezal y es de tipo yodado no iónico, hidrosoluble de muy baja osmolalidad y viscosidad, siendo la molécula administrada el “Iomeprol”, a una concentración de 400 mg de yodo por ml.

Normalmente la inyección del contraste suele hacerse a nivel de una vena del brazo derecho que sea accesible y de un calibre adecuado para la administración del contraste mediante la citada bomba. Haciendo la inyección en el lado derecho se evitan los artefactos que podrían producirse si utilizamos una vía venosa del lado izquierdo, al cruzar el contraste la zona a estudiar a nivel del cayado de la aorta. Hemos elegido en todos los casos estudiar la carótida externa derecha y sus ramas.

3.2.- MÉTODO

Primero se seleccionan los sujetos a estudiar dependiendo de los criterios de muestra anteriormente establecidos. Posteriormente, se procede a la recuperación de los cortes realizados, guardados en el PACS (Picture Archiving and Communication System). Esta base de datos, muestra una lista de pacientes y detalla el tipo de procedimiento radiodiagnóstico realizado, la fecha, edad y sexo del paciente entre otros datos.

Una vez seleccionada la muestra y elegido el sujeto a estudiar, elegimos el modo de representación AVA (Análisis Avanzado de Vasos), que es el que nos va a permitir realizar Reconstrucciones Volumétricas en 3D (Volume Rendering), así como Reconstrucciones Multiplanares (MPR) y extracción de vasos (herramienta del software que muestra la arquitectura angiográfica independientemente de las demás estructuras anatómicas). Cada

una de estas funciones nos aportan perspectivas distintas para lograr la mejor visualización posible de las estructuras vasculares que nos interesan.

De esta forma obtenemos una imagen en 3D que además podemos girar en cualquier plano del espacio, hasta obtener la que más se ajusta a nuestro estudio del vaso en concreto que estemos visualizando. También en el monitor del equipo se ven otras tres proyecciones biplanares (cortes sagitales, coronales y axiales). El programa está dotado de un cursor que podemos colocar en un punto concreto y que nos permite relacionar una determinada estructura que señalemos en cualquiera de las cuatro proyecciones de que disponemos: 3D, axial, coronal y sagital.

Los datos obtenidos del estudio de la CE y todas y cada una de sus ramas, en cada uno de los pacientes, se traslada a una tabla creada para ello (anexo 1) en la que queda constancia de dichos datos que han sido sometidos posteriormente al estudio estadístico adecuado.

El método que seguimos para el estudio de los vasos, según la tabla de recogida de datos previamente elaborada, consistió en seguir las carótidas en orden ascendente, viendo en los diferentes planos y en 3D las sucesivas ramificaciones y siguiendo su trayectoria hasta que por su diminuto calibre o por la falta de contraste, esto ya no era posible.

La primera acción que tuvimos en cuenta fue la eliminación de aquellos artefactos o estructuras anatómicas que nos fuesen a dificultar seguir el recorrido o visualizar cualquiera de las arterias colaterales de la carótida externa como pudiera ser la camilla en la que está tendido el paciente y que aparece en las reconstrucciones en 3D.

El programa contiene una herramienta que nos permite cortar selectivamente aquellas zonas o estructuras que no queramos en la imagen. Esto, posteriormente, va a facilitarnos una mejor visualización de la zona látero-inferior del cráneo o de la mandíbula sin que se nos superpongan las estructuras anatómicas del cuello o eliminar el arco cigomático para poder acceder a la fosa infratemporal y seguir el recorrido de la arteria maxilar interna.

La primera observación que hemos realizado al comenzar el análisis de cada caso es el punto de división de la arteria carótida común en arteria carótida interna y externa (bifurcación carotídea). En este punto comenzamos a buscar la primera de las ramas de la arteria carótida externa que es la que nosotros hemos estudiado. Analizamos su punto de origen y si forma un tronco común con alguna de las siguientes arterias a identificar: la arteria lingual y la arteria facial. También clasificamos el origen de estas dos últimas.

Posteriormente procedimos a recorrer cada una de las ramas principales de la arteria carótida externa en sentido ascendente y a seguir cada una de sus colaterales y ramas terminales, identificándolas en el espacio y en relación a las estructuras anatómicas adyacentes, localizando su punto más distal.

De todos estos pasos hemos ido tomando registros gráficos con la función “fotografía” del programa que manejamos. En la mayoría de los casos hemos señalado, las estructuras vasculares que se estaban siguiendo con unas flechas de color verde. Disponemos, por lo tanto, de un banco de imágenes que muestran la arteria carótida externa de los distintos sujetos estudiados.

Para cada arteria se ha intentado conseguir una o varias imágenes en la mejor perspectiva posible donde se pueda apreciar su recorrido completo, es decir, desde su origen hasta la localización más distal que nos permite ver la reconstrucción vascular en 3D. Para ello muchas veces hemos tenido que recortar u eliminar otras estructuras que se solapan a la arteria que queremos ver y rotar anterioposteriormente, lateromedialmente y superioinferiormente el cráneo hasta encontrar la mejor perspectiva de dichas estructuras.

Para cada una de las ramas principales de la arteria carótida externa hemos elegido un punto con una serie de características determinadas para efectuar la medición del mínimo calibre para dicha arteria.

Las características fueron:

- 1.- Que el punto establecido para realizar la toma del calibre de la arteria fuera el que se visualiza en la reconstrucción en 3D como el de menor calibre.
- 2.- Que el menor calibre hallado fuera, a su vez, lo más terminal posible.
- 3.- Que, en el caso de que en su recorrido más terminal, la arteria se interne en alguna estructura ósea, se escogiera la siguiente arteria colateral más terminal y de menor calibre.
- 4.- Que si se pudiese hallar un calibre menor en las proyecciones axial, coronal o sagital, pero no en la representación en 3D, no se incluyera su medición para estudio, ya que no sería de importancia para este estudio en concreto.
- 5.- Si la arteria colateral más terminal presentara un calibre más grande que otra terminal, mediríamos la de menor calibre existente.

Para poder realizar todo este estudio de manera independiente, primero, como es lógico, he tenido que someterme a un período de preparación, estudio y entrenamiento con dos radiólogos del Servicio de Radiología de Hospital de Valme de aproximadamente tres meses. Establecí como objetivos durante este período, tanto conseguir la capacidad y pericia en el manejo del software específico del TCMC, como la destreza en la identificación de las distintas estructuras anatómicas relacionadas con la arteria carótida externa y sus ramificaciones.

En todos los casos hemos intentado poder localizar todas las ramas colaterales y terminales, utilizando las distintas técnicas antes mencionadas. En cada caso objeto del estudio, el tiempo medio empleado, según caso, fue de 2 a 4 horas aproximadamente.

Todos los sujetos de este estudio han sido previamente pacientes del hospital, donde, tras una sospecha de patología, fueron sometidos a un TCMC para el estudio de los trocos supra aórticos. El proceso que detallamos a continuación no fué realizado por nosotros ni con fines relacionados con esta tesis, sino por razones de sospecha de posibles patologías en pacientes ya ingresados en el Hospital Universitario de Valme.

El procedimiento al que fueron sometidos con anterioridad tiene comúnmente estas generalidades:

1.- Antes de realizar la exploración se interroga al paciente sobre posibles antecedentes alérgicos ya que, en caso de que existiesen, sería necesario hacer preparación antialérgica previa al estudio. Se le entrega para su lectura y posterior firma el consentimiento informado (CI) para la administración de contraste yodado. En dicho CI en uno de sus párrafos se hace constar que las imágenes obtenidas pueden ser utilizadas con fines docentes y/o de investigación, guardando lógicamente el anonimato. Consentimiento que queda archivado en el Hospital por si fuese necesaria su posterior consulta (Ver Anexos).

2.- El paciente se coloca en el TCMC de 64 detectores. Se posiciona en decúbito supino y tras los controles rutinarios se procede a la venoclisis para la administración del contraste.



Figura 17 .- Fotografía del TCMC que se ha empleado en el trabajo.

3.- La bomba de doble cabezal está cargada con unos 55 a 60 ml de contraste yodado no iónico de alta concentración.

4.- La inyección del contraste se hace a 5 – 6 ml por segundo. Tras la inyección de contraste se pasan unos 30 – 40 ml de suero fisiológico para lavar la vía. Todo esto se hace utilizando una aguja con un calibre mínimo de 20 G. Este procedimiento se hace de manera coordinada con el equipo de TCMC, para lo cual:

5.- Se coloca el ROI (marcador para medir la concentración de contraste) en la aorta ascendente con disparo automático cuando alcanza las 120 HU . Se utiliza un retraso post-inyección de 5 seg.

6.- Se realizan cortes desde el cayado aórtico hasta el polígono de Willis o hasta la totalidad del cráneo.

7.- El equipo tiene instalado un protocolo de estudio que incluye los datos técnicos. En el caso del estudio de las carótidas se utilizan : 115 Kv y 205 mA con una matriz de reconstrucción de 512 x 512 , con un pitch de 0,938 y un tiempo de rotación de 0,75 seg.

8.- Durante el tiempo que dura la exploración el paciente está siendo vigilado por el personal de enfermería por si surgiera alguna complicación. Una vez terminada la exploración, se procede a retirarle la aguja al paciente una vez comprobado que no tiene ninguna reacción al contraste, ni ninguna otra complicación inmediata.

9.- Todos los cortes obtenidos se envían a la estación de trabajo. La estación de trabajo se encuentra ubicada en la Sala de Informes del Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario de Valme de Sevilla. La estación de trabajo es también de la casa Philips Brilliance 190P y consta de dos monitores.

10.- Al mismo tiempo estas imágenes son enviadas al PACS (Picture Archiving and Communication System), sistema de archivo y comunicación de imágenes, en donde quedan definitivamente guardadas para su posterior consulta y/o manipulación por parte tanto de los médicos radiólogos como por otros especialistas.

11.- Realizamos post-procesado con la Técnica AVA (Análisis Avanzado de Vasos), suministrado por la propia casa Philips.

El estudio que realizaremos no revelará en ningún momento la identidad de los pacientes seleccionados. Tampoco se irradiará a ningún paciente con motivo de este trabajo, ya que se tomarán las imágenes almacenadas de exploraciones ya realizadas por otras causas. Por esto, no adjuntamos para nuestro estudio ningún consentimiento, ya que el paciente únicamente firma un consentimiento informado para la administración del contraste yodado. El que se adjunta en la presente tesis además contiene una cláusula donde se estipula que las imágenes obtenidas puedan ser utilizadas con fines docentes o de investigación.

3.3.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Toda la información relativa al paciente se dispone en un banco de datos informático en el entorno de *Microsoft Office 2007®* para *Windows 7®*, para su mejor análisis, almacenamiento y seguridad.

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico R, Crawley, 2007, que es actualmente la herramienta estadística más potente para el empleo de técnicas estadísticas de última generación.

3.3.1.-Variables

La muestra tiene un total de 62 variables, de las cuales:

1. Cuantitativas continuas, que corresponden a los mínimos calibres observados de las principales arterias colaterales de la carótida externa.
2. Cualitativas dicotómicas, que corresponden a la visualización en 3D o no de las distintas ramas de la arteria carótida, tanto las principales (como en el caso anterior), como las colaterales y terminales.

3.3.2.- Analisis y procesado de los datos

Las variables cuantitativas se han expresado con valores máximos y mínimos, medias, medianas y percentiles (P25-P75). Se trabajaron también con frecuencias absolutas y frecuencias relativas, mientras que las variables cualitativas se han expresado solamente con dichas tablas de frecuencias y porcentajes.

Para todas las variables se ha establecido su correlación mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Dicho coeficiente es un índice estadístico que mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas o cualitativas. La correlación de Pearson es independiente de la escala de medida de las variables. Si el coeficiente es igual a cero, no existe relación lineal. Esto no necesariamente implica una independencia total entre las dos variables, pudiendo haber relaciones no lineales entre ambas. El valor de este coeficiente varía entre -1 (dependencia lineal negativa exacta) y 1 (relación lineal positiva exacta).

3.3.3.- Representación gráfica

Para visualizar con mayor claridad las matrices de correlaciones obtenidas, se representa la información en un gráfico de correlaciones, que es una representación de datos donde los valores tomados por una variable son ilustrados mediante distintos tamaños de círculos y graduaciones de color. En este caso, la variable representada es el coeficiente de correlación de Pearson de los pares de variables que aparecen en los ejes de abscisas y ordenadas. Este gráfico colorea con distinta intensidad según la magnitud del coeficiente. La escala varía entre el azul y rojo (coeficiente de correlación máximo positivo y negativo, respectivamente), y el blanco, (incorrelación).

Los calibres mínimos que presentan las principales ramas de la arteria carótida externa se han representado con histogramas. Estas figuras son un resumen gráfico de los valores producidos por las variaciones de su valor numérico. En la mayoría de las representaciones no se observa una distribución simétrica de los datos.

4.- RESULTADOS

4.1.-RAMAS PRINCIPALES, COLATERALES Y TERMINALES DE LA ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA VISUALIZADAS EN TCMC EN 3D.

La siguiente tabla (Tabla 1), donde se han coloreado de un tono más intenso las arterias colaterales principales, muestra la frecuencia absoluta (número total de casos) con que se visualizan en 3D las distintas ramas principales, colaterales y terminales de la arteria carótida externa.

tiroidea.sup V:68 X: 1	esternocleidomastoidea V: 5 X:64	laríngea.sup V: 7 X:62	rama.anterior V:58 X:11	rama.lateral V:30 X:39	rama.posterior V:26 X:43
lingual V:67 X: 2	suprahioidea V: 4 X:65	dorsal.lengua X:69	profunda.lengua V:64 X: 5	sublingual V:26 X:43	mentoniana V: 2 X:67
mandibular V: 1 X:68	a.frenillo V: 2 X:67				
facial V:68 X: 1	palatina V: 1 X:68	submandibular V:43 X:26	submentoniana V:49 X:20	ptergoidea V: 1 X:68	masetérica V: 6 X:63
labial.inf V:52 X:17	labial.sup V:51 X:18	lateral.nasal V:36 X:33	angular V: 3 X:66		
occipital V:69	esternocleidomastoidea.1 V:30 X:39	superior V: 1 X:68	descendente V:52 X:17	estilomastoidea V:31 X:38	menígea V: 2 X:67
occipital.ant V:57 X:12	occipital.post V:53 X:16				
auricular.post V:55 X:14	parotídeas V: 1 X:68	faríngea.asc V: 3 X:66			
temporal.sup V:69	transversal.de.la.cara V:63 X: 6	cigomático.orbit V: 9 X:60	temporal.media V: 9 X:60	rama.terminal.ant V:68 X: 1	rama.terminal.parietal V:65 X: 4
maxilar.interna V:69	timpánica.ant X:69	menígea.media V:35 X:34	menígea.accesoria X:69	alveolar.inf V: 4 X:65	masetérica.1 X:69
temporal.prof.post X:69	ptergoidea.1 X:69	bucal X:69	alveolar.sup.post V:24 X:45	infraorbitaria V:42 X:27	alveolar.sup.ant X:69
palatina.descendente V:31 X:38	vidiana X:69	ptergopalatina X:69	esfenopalatina V:55 X:14		

Tabla 1

En el gráfico adjuntado a continuación, la Tabla 2, se especifican, para las mismas variables (las ramas de la arteria carótida externa), sus frecuencias relativas (porcentajes).

tiroidea.sup V: 99% X: 1%	esternocleidomastoidea V: 7% X: 93%	laríngea.sup V: 10% X: 90%	rama.anterior V: 84% X: 16%	rama.lateral V: 43% X: 57%	rama.posterior V: 38% X: 62%
lingual V: 97% X: 3%	suprahioidea V: 6% X: 94%	dorsal.lengua X: 100%	profunda.lengua V: 93% X: 7%	sublingual V: 38% X: 62%	mentoniana V: 3% X: 97%
mandibular V: 1% X: 99%	a.frenillo V: 3% X: 97%				
facial V: 99% X: 1%	palatina V: 1% X: 99%	submandibular V: 62% X: 38%	submentoniana V: 71% X: 29%	pterigoidea V: 1% X: 99%	maseterica V: 9% X: 91%
labial.inf V: 75% X: 25%	labial.sup V: 74% X: 26%	lateral.nasal V: 52% X: 48%	angular V: 9% X: 91%		
occipital V: 100%	esternocleidomastoidea.1 V: 43% X: 57%	superior V: 1% X: 99%	descendente V: 75% X: 25%	estilomastoidea V: 45% X: 55%	menígea V: 3% X: 97%
occipital.ant V: 83% X: 17%	occipital.post V: 77% X: 23%				
auricular.post V: 80% X: 20%	parotídeas V: 1% X: 99%	faringea.asc V: 4% X: 96%			
temporal.sup V: 100%	transversal.de.la.cara V: 91% X: 9%	cigomático.orbit V: 13% X: 87%	temporal.media V: 13% X: 87%	rama.terminal.ant V: 99% X: 1%	rama.terminal.parietal V: 94% X: 6%
maxilar.interna V: 100%	timpánica.ant X: 100%	menígea.media V: 51% X: 49%	menígea.accesoria X: 100%	alveolar.inf V: 6% X: 94%	maseterica.1 X: 100%
temporal.prof.post X: 100%	pterigoidea.1 X: 100%	bucal X: 100%	alveolar.sup.post V: 35% X: 65%	infraorbitaria V: 61% X: 39%	alveolar.sup.ant X: 100%
palatina.descendente V: 45% X: 55%	vidiana X: 100%	pterigopalatina X: 100%	esfenopalatina V: 80% X: 20%		

Tabla 2

De los anteriores resultados podemos extraer y resaltar que, en las imágenes obtenidas en 3D con el software del TCMC de nuestra muestra de 70 pacientes, las siguientes arterias se han podido ver con las siguientes frecuencias relativas:

La arteria tiroidea superior se puede observar en el 99% de los casos, al menos en su origen y parte de su trayecto. Su ramas esternocleidomastoidea y laríngea son más difíciles de observar; en nuestro estudio sólo aparecen un 7% y 10% de los casos respectivamente. Las ramas terminales sí se han podido visualizar mayoritariamente con una frecuencia del 84% para la rama anterior, un 43% para la lateral y un 38% para la posterior (siendo ésta la que peor se suele ver de las tres). Un ejemplo de la visualización de la arteria tiroidea superior en 3D se puede apreciar en la Imagen 1.

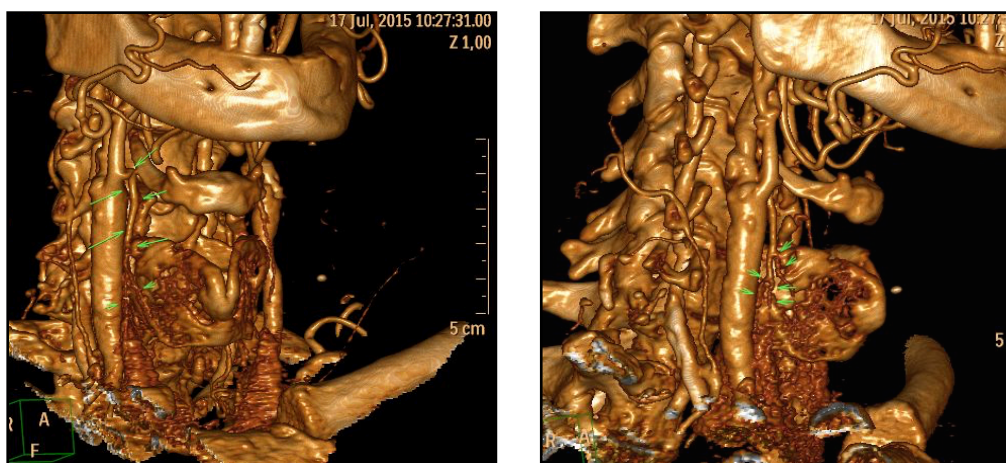


Imagen 1: Arteria Tiroidea Superior en su origen y sus ramas terminales.

La arteria lingual se observa en un 97% de los pacientes de nuestra serie, en su origen y parte de su recorrido. Su rama terminal, la arteria profunda de la lengua se observa en una proporción muy similar (93%) de los casos, seguida de la sublingual (38%). Sin embargo, las arterias suprahioidea (6%), la mentoniana (3%), la madibular (1%) y la arteria del frenillo (3%) se ven en una muy pequeña proporción de los pacientes. La arteria dorsal de la lengua no se ha podido identificar en ninguno de los estudios. (Imagen 2)

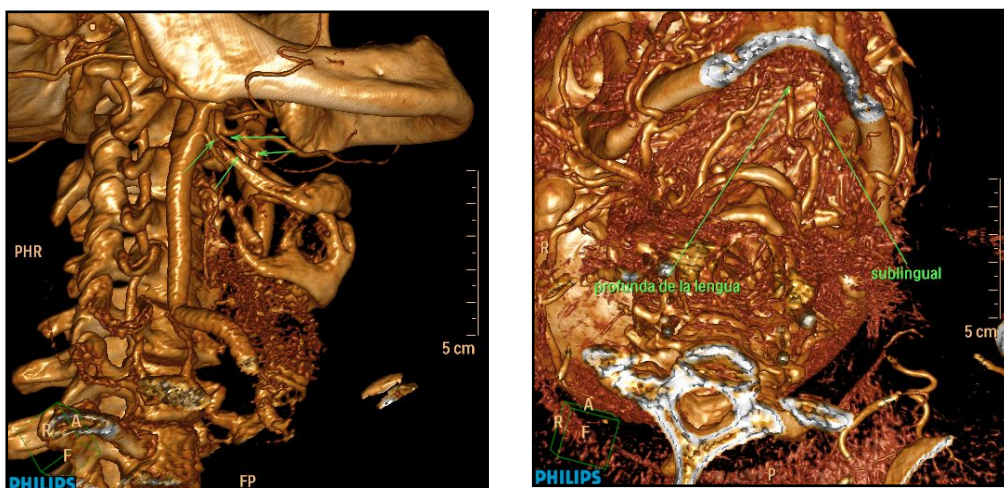


Imagen 2: Arteria lingual y sus ramas terminales

La arteria facial, así como las anteriores, se localiza con facilidad en el 99% de los casos. La primera de sus ramas colaterales, la arteria palatina sólo se ha podido identificar en uno de los pacientes estudiados. Las siguientes, la arteria submandibular y la submentoniana sí son observables más frecuentemente, en una proporción del 62% y el 71% respectivamente. La arteria maseterica se ha identificado en un 9% de los casos. Con respecto a las ramas más terminales, las más observadas son la arteria labial superior (74%), la arteria labial inferior (75%) y la arteria nasal lateral (52%). La arteria angular, la más terminal, no siempre aparece y se ve relativamente poco (4%). La rama colateral que menos hemos localizado de todas es la arteria pterigoidea (1%). (Imagen 3)

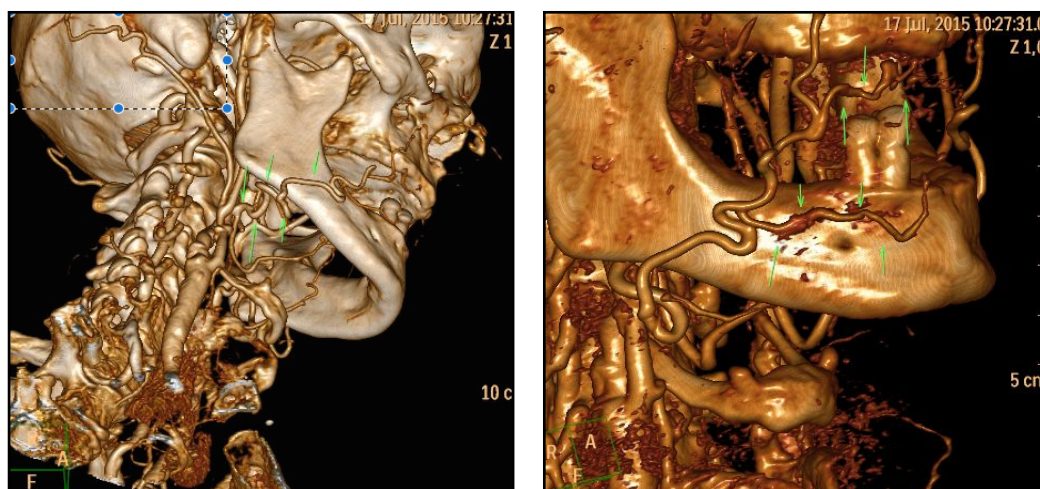


Imagen 3: Arteria facial y sus ramas colaterales.

La arteria occipital se ha podido identificar en el 100% de los casos. Sus ramas más visualizadas son las terminales, la rama occipital anterior (83%) y la rama occipital posterior (77%), seguidas de la arteria descendente, que también se ha visto en un alto porcentaje de los casos (75%). Las demás ramas colaterales presentan porcentajes menores: la arteria esternocleidomastoidea (43%), la arteria superior (1%), la arteria estilomastoidea (43%) y la arteria meníngea (3%). (Imagen 4)

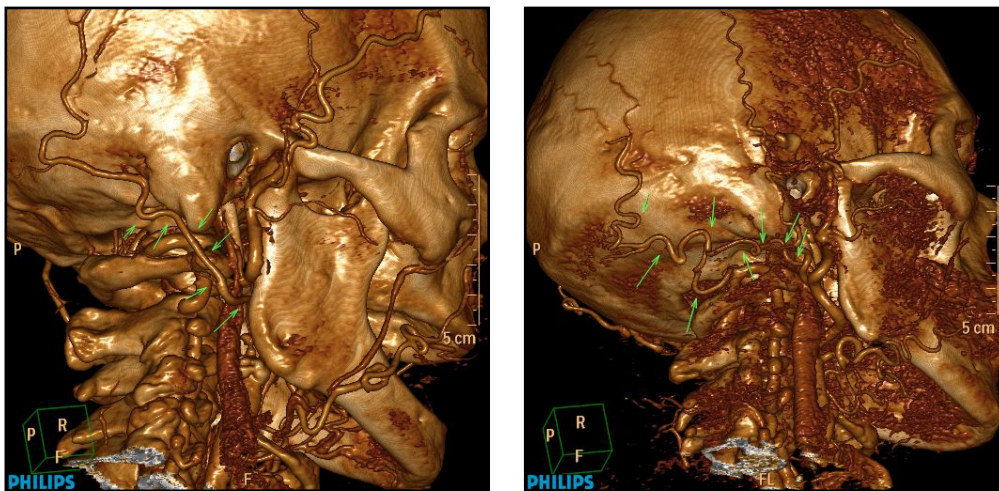


Imagen 4: Arteria occipital

En un 80% de nuestra muestra hemos podido identificar la arteria auricular posterior. (Imagen 5)

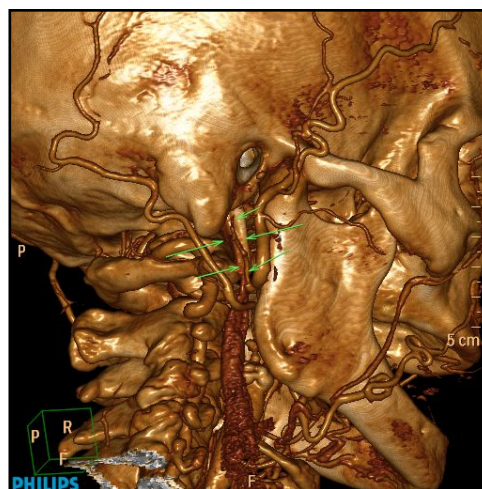


Imagen 5: Arteria auricular posterior

Las arterias parotídeas no se suelen apreciar en las reconstrucciones en 3D en TCMC, habiéndose observado en nuestro estudio en un 1%.

La arteria faríngea ascendente es una arteria de calibre muy fino y presenta una localización la mayoría de las veces recóndita donde se solapan otras estructuras vasculares, óseas y musculares. Sólo la hemos podido reconocer en un 4% de los casos. (Imagen 6)

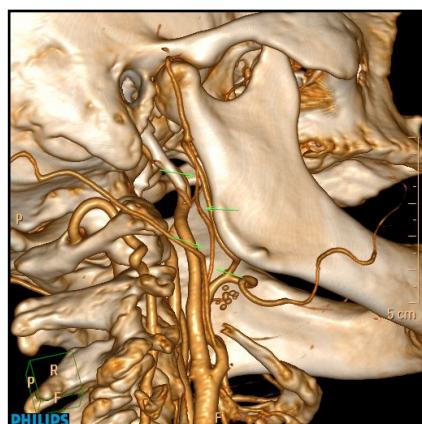


Imagen 6: Arteria faríngea ascendente

La arteria temporal superficial se puede observar en el 100% de los pacientes estudiados. Las ramas colaterales de esta arteria más visibles en nuestros casos han sido la arteria transversa de la cara (91%) y sus ramas terminales, la arteria terminal frontal (99%) y la arteria terminal parietal (94%). Sus otras ramas colaterales no han sido observadas tan constantemente: la arteria cigomático-orbitaria (13%) y la arteria temporal media (13%).

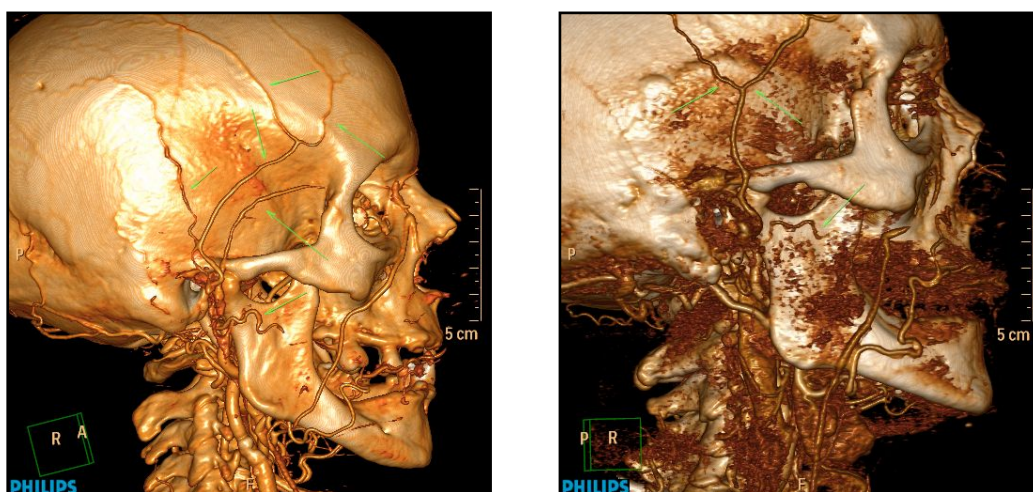


Imagen 7: Arteria temporal superficial y sus ramas colaterales y terminales.

La arteria maxilar interna también se puede observar en el 100% de los estudios de nuestra serie, al menos en su origen y parte de su trayecto. Sus ramas colaterales arteria timpánica anterior, la meníngea accesoria, la arteria masetérica, la arteria temporal profunda posterior, la arteria pterigoidea, la arteria bucal, la arteria alveolar superior anterior, la arteria vidiana y la arteria pterigopalatina no se han visto en ninguno de los casos. Muchas de ellas tienen un recorrido intraóseo y su visualización es muy compleja. Algunas de ellas, como la arteria alveolar inferior (6%), se pueden ver sólo en su origen y bifurcación desde la arteria maxilar.

Las ramas terminales se observan en una gran proporción de los casos: la arteria alveolar superior posterior (35%), la arteria infraorbitaria (61%), la arteria palatina descendente (45%) y la arteria esfenopalatina (80%). (Imagen 8)

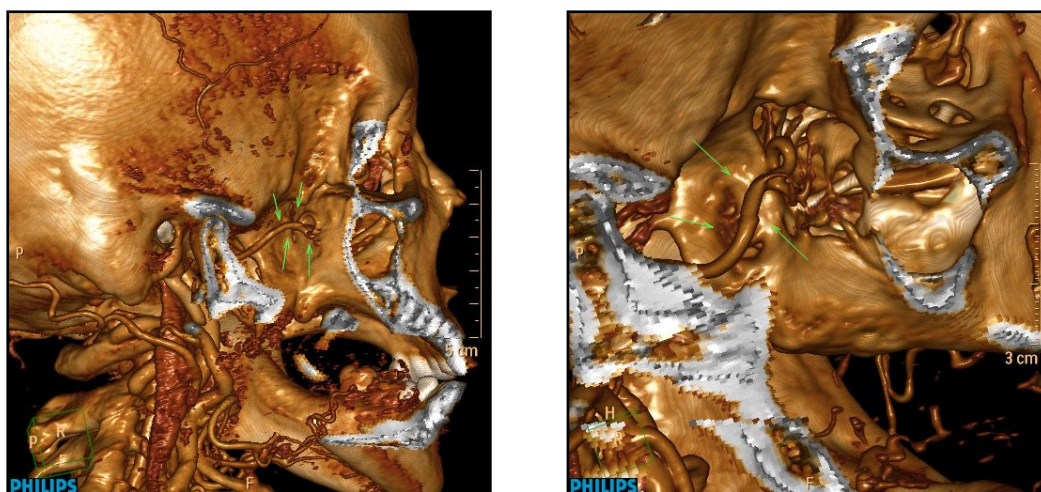


Imagen 8: Arteria maxilar interna.

4.1.1.- Estudio de la visualización de las arterias y sus ramas. Sus correlaciones.

Para el estudio de las ramas de la arteria carótida externa que se han visto en la representación en 3D en nuestra muestra, se han analizado las posibles relaciones de dependencia (si cuando se ve una se ve la otra y viceversa) que puedan existir entre ellas. Este análisis se ha realizado a través del coeficiente de correlación de Pearson.

Existen algunas de las variables del estudio que toman valores constantes, es decir, tienen el mismo valor para todos los casos:

Arterias que se ven siempre en todos los casos (variables con valor constante V):
occipital, temporal.sup, maxilar.interna.

Arterias que nunca se ven (variables con valor constante X): *timpánica.ant, meníngea.accesoria, masetérica.1, temporal.prof.post, pterigoidea.1, bucal, alveolar.sup.ant, vidiana, pterigopalatina.*

Como pasos previos a la construcción de la matriz de correlaciones es necesario eliminar las variables que toman valores constantes.

Una vez preparados los datos, obtenemos un gráfico como el que se muestra a continuación (Figura 1). Consiste en una representación de datos donde los valores tomados por dicho coeficiente son ilustrados mediante distintos tamaños de círculos y graduaciones de color.

Los círculos que tienen un tamaño mayor se corresponden con un valor mayor, y viceversa.

Así mismo, este gráfico colorea con distinta intensidad la magnitud del coeficiente. Un color más oscuro se corresponde con un valor mayor del coeficiente de Pearson para las arterias que se cruzan y coincide, a su vez, con un tamaño mayor como se especificó anteriormente. La escala de tonalidades varía entre el azul y el rojo que corresponden a un coeficiente de correlación máximo positivo y negativo, respectivamente. El blanco significa incorrelación.

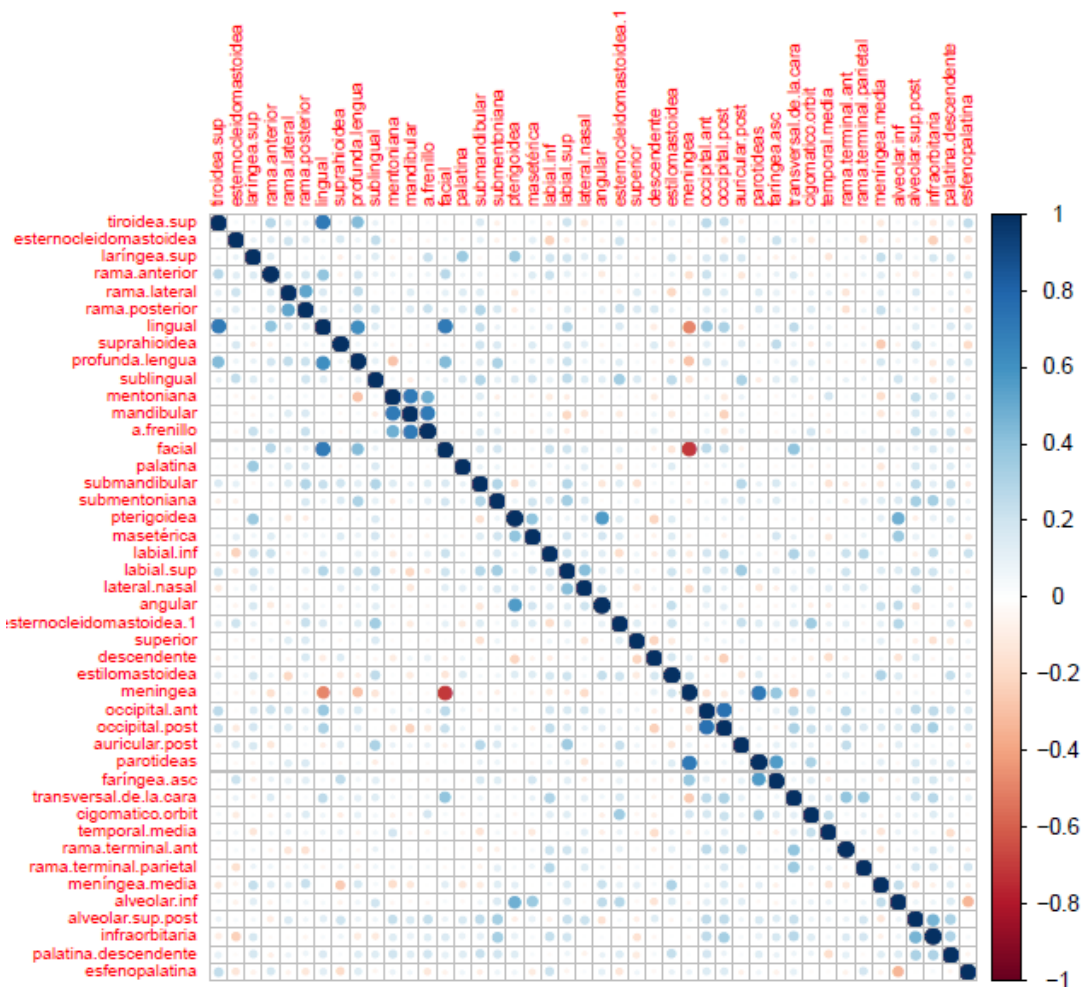


Figura 1

La presencia o no de las diferentes ramas colaterales y terminales de la arteria carótida externa en nuestra muestra no tiene una fuerte correlación entre sí.

La relación entre la observación en 3D de la arteria lingual, la arteria facial y la arteria tiroidea superior es quizás de las más significativas con una $P=0,70$.

La rama posterior de la arteria tiroidea y la rama lateral de la misma arteria están correlacionadas con una $P=0,52$.

La visualización de la arteria profunda de la lengua presenta una correlación con la de la arteria lingual, donde $P=0,62$.

La arteria mentoniana, la arteria mandibular y la arteria del frenillo presentan una $P=0,70$.

La observación de la arteria del frenillo se correlaciona con la de la arteria mentoniana, aunque debilmente ($P=0,49$)

La arteria meníngea se correlaciona con la arteria facial ($P=-0,70$) y con la arteria lingual ($P=-0,49$).

Con el fin de obtener las relaciones que puedan presentar cada arteria principal con sus correspondientes arterias colaterales y terminales, se enumerarán en otro apartado posterior, para cada una de estas agrupaciones, la matriz de correlaciones y el gráfico de correlación que dibuja dicha tabla.

4.2.- ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA. CALIBRES MÍNIMOS. RAMAS PRINCIPALES.

El estudio de los calibres arteriales de las ramas principales de la arteria carótida externa contaba en principio con nueve variables. Dos fueron eliminadas del estudio (arteria parotídea y faríngea ascendente) porque sólo pudieron ser observadas en dos ocasiones del total de la muestra y por lo tanto no eran representativas para el análisis.

No obstante, diremos de dichas arterias que, en general, son siempre muy pequeñas y difíciles de visualizar, presentaban un calibre muy fino, siendo sus valores, en los dos casos observados, de:

.-Arterias parotídea: 0,9 mm y 1,6 mm

.-Arteria faríngea ascendente: en los dos casos de 0,8 mm

Una vez eliminadas esas dos variables, la Tabla 4 muestra un resumen de los principales parámetros descriptivos (valor mínimo, cuartiles, media y valor máximo) de cada una de estas variables.

tiroidea.sup	lingual	facial
Mínimo: 0,800	Mínimo: 0,800	Mínimo: 0,600
1er cuartil: 1,200	1er cuartil: 1,100	1er cuartil: 1,000
Mediana: 1,400	Mediana: 1,300	Mediana: 1,200
Media: 1,412	Media: 1,345	Media: 1,145
3er cuartil: 1,525	3er cuartil: 1,500	3er cuartil: 1,300
Máximo: 2,600	Máximo: 2,000	Máximo: 1,600
Nulos: 1	Nulos: 2	Nulos: 2
occipital	auricular.post	temporal.sup
Mínimo: 0,700	Mínimo: 0,800	Mínimo: 0,700
1er cuartil: 1,000	1er cuartil: 1,150	1er cuartil: 1,100
Mediana: 1,200	Mediana: 1,200	Mediana: 1,200
Media: 1,236	Media: 1,289	Media: 1,271
3er cuartil: 1,400	3er cuartil: 1,400	3er cuartil: 1,400
Máximo: 2,000	Máximo: 2,500	Máximo: 2,300
Nulos: 0	Nulos: 14	Nulos: 0
maNAilar		
Mínimo: 0,700		
1er cuartil: 1,200		
Mediana: 1,300		
Media: 1,399		
3er cuartil: 1,600		
Máximo: 2,400		
Nulos: 0		

Tabla 4

Viendo los resultados que se presentan, para nuestra muestra, podremos afirmar lo siguiente:

Para la arteria tiroidea superior, el mínimo calibre observado en su parte más distal ha sido de 0,8 mm. El calibre medio ha sido de 1,41 mm y en el 75% de los casos se midió un calibre de 1,52 mm o menor.

Para la arteria lingual el calibre menor que hemos computado es de 0,8 mm. El calibre medio marcado de todos los casos ha sido de 1,34 mm y el 75% de las medidas estaban en un valor de 1,5 mm o por debajo del mismo.

Para la arteria facial hemos determinado un valor mínimo de 0,6 mm, un valor medio de 1,14 mm y en el 75% de los casos el calibre medido ha sido de 1,3 mm o menor.

La mínima medida del calibre de la arteria occipital que hemos podido marcar ha sido de 0,7 mm. La media ha sido de 1,23 mm y el 75% de los casos tienen un valor de 1,4 mm o menor.

La arteria auricular posterior presenta en nuestro estudio un calibre mínimo de 0,8 mm. La media de los calibres hallados es de 1,28 mm y el 75% de los valores reportados son iguales o menores a 1,4 mm

El calibre mínimo hallado para la arteria temporal superior es de 0,7 mm. El calibre medio marcado de todos los casos para la misma es de 1,27 mm y el 75% de los valores toman una cifra igual o menor a 1,4 mm.

Para la arteria maxilar interna el mínimo calibre observado es de 0,7 mm en su parte más distal. El calibre medio es de 1,39 mm y el 75% de los casos presentó un calibre igual o menor a 1,6 mm.

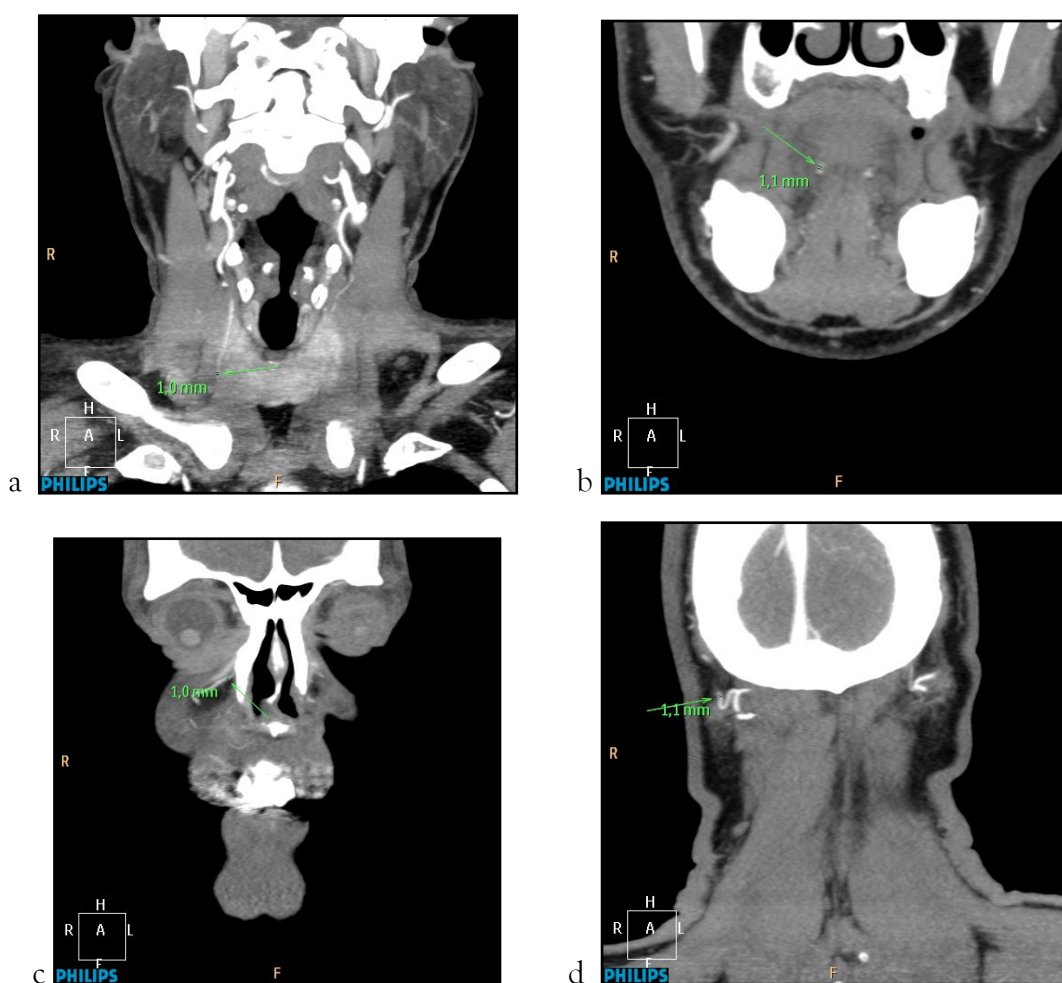


Imagen 9: representación de las mediciones en las ramas terminales de la arteria tiroidea superior (a), la arteria lingual a nivel de la arteria profunda de la lengua (b), a nivel de la arteria nasal (c) y la arteria occipital (d).

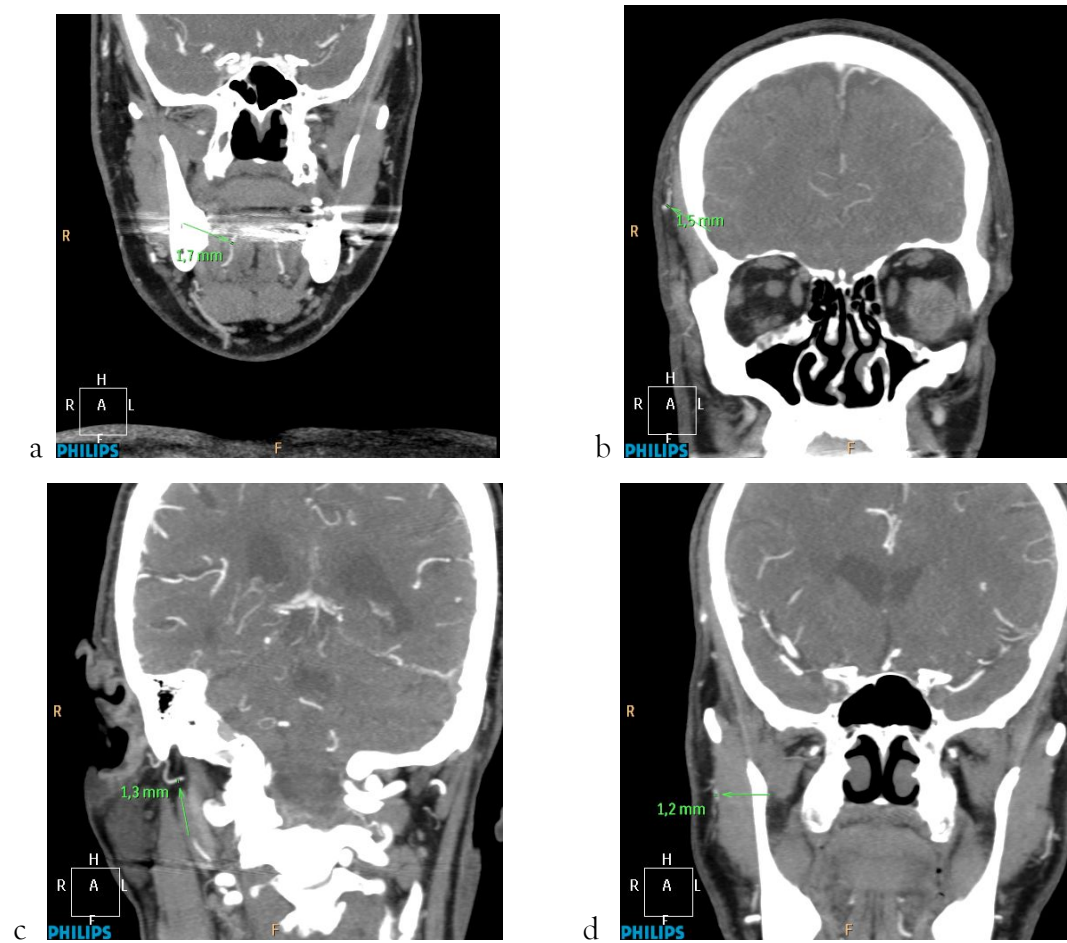


Imagen 10: medidas de los calibres arteriales de las arterias lingual (a), temporal superficial a nivel de la rama parietal (b), auricular posterior (c) y temporal superficial a nivel de la arteria transversa de la cara.

4.2.1- Histograma de los calibres mínimos medidos en las ramas principales.

Los calibres mínimos que presentan las principales ramas de la arteria carótida externa se han representado con histogramas (Figura 2). En la mayoría de las representaciones no se observa una distribución simétrica de los datos, con lo que éstos no parecen presentar normalidad.

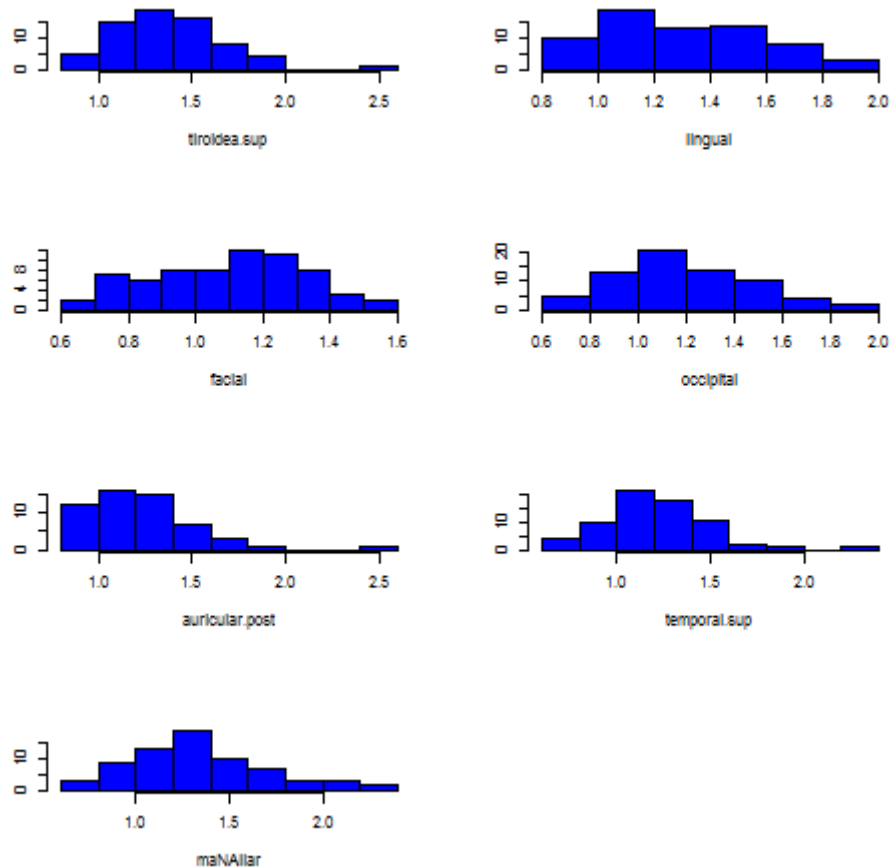


Figura 2

De estos histogramas, extraemos y resaltamos para nuestra muestra:

Para la arteria tiroidea superior los valores que toma el calibre mínimo encontrado presenta una distribución donde la mayoría de los valores hallados están entre 1,25 mm y 1,5 mm.

La arteria lingual tiene una distribución más homogénea de sus valores para el calibre mínimo hallado. Los valores más frecuentes se encuentran entre los 1 mm y 1.2 mm.

Para la arteria facial, los calibres mínimos más frecuentemente hallados están entre los valores de 1,1 mm y 1,3 mm.

La arteria occipital presenta una distribución más homogénea que el resto de las arterias para los valores del calibre mínimo. Los valores que más se repiten oscilan entre 1 mm y 1,2 mm.

La arteria auricular posterior presenta una distribución donde el grueso de los valores se concentra entre 1 mm y 1,8 mm.

La arteria temporal superior presenta una mayor distribución de valores mínimos para los calibres arteriales entre 1 mm y 1,75 mm.

Para la arteria maxilar interna los valores también se distribuyen de una manera simétrica, siendo su vértice el intervalo que toma los valores de 1,2 mm a 1,3 mm.

4.2.2.- Correlación entre los calibres mínimos

A continuación mostramos la matriz de correlaciones de los calibres mínimos (Tabla 5) y su representación gráfica (Figura 3):

	tiroidea.sup	lingual	facial	occipital	auricular.post	temporal.sup	maNAilar
tiroidea.sup	1,00	0,20	0,04	0,00	0,03	0,02	0,14
lingual	0,20	1,00	0,12	0,02	-0,09	0,00	0,02
facial	0,04	0,12	1,00	-0,05	0,21	0,17	-0,01
occipital	0,00	0,02	-0,05	1,00	0,11	-0,03	0,11
auricular.post	0,03	-0,09	0,21	0,11	1,00	0,20	-0,08
temporal.sup	0,02	0,00	0,17	-0,03	0,20	1,00	0,17
maNAilar	0,14	0,02	-0,01	0,11	-0,08	0,17	1,00

Tabla 5

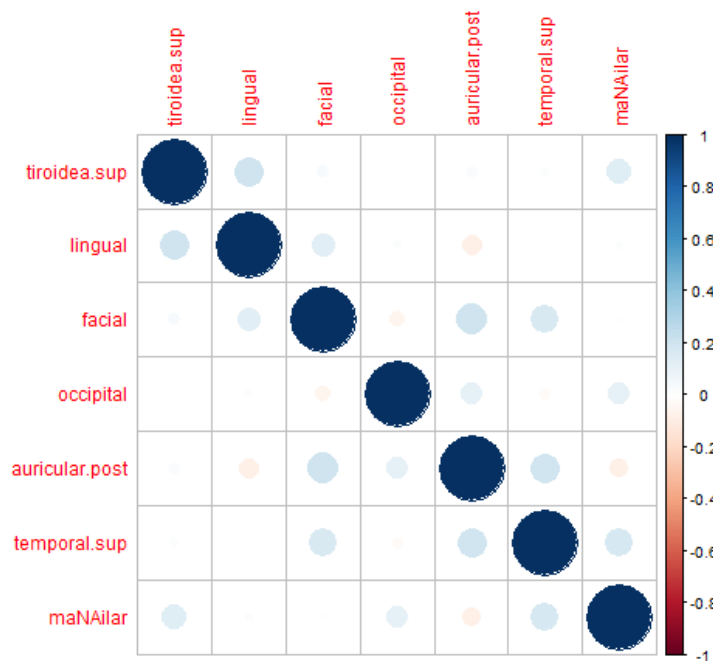


Figura 3

Una vez estudiadas las interrelaciones de las ramas principales de la arteria carótida externa, a partir de estos resultados, para nuestra muestra, podemos resaltar que:

Ninguna de las ramas de la ACE presenta un calibre que tenga correlación con la aparición de otro calibre concreto y los valores hallados no presentan correlación ninguna, ni con una dependencia lineal negativa ni con una relación lineal positiva.

4.3.- ARTERIA CAROTIDA EXTERNA. CORRELACIÓN ENTRE RAMAS PRINCIPALES Y SUS COLATERALES

Con el fin de obtener las relaciones que pueda haber entre la visualización de cada arteria principal con la observación de sus correspondientes arterias colaterales y terminales, se muestra, para cada principal, la matriz de correlaciones y el gráfico de correlación correspondiente.

4.3.1.- Arteria tiroidea superior.

Como detalle a destacar en este gráfico podríamos remarcar que durante el análisis de la arteria tiroidea superior, para nuestra muestra, existe una correlación entre dos de sus ramificaciones. Para la observación de la rama terminal posterior y la rama terminal lateral existe una correlación $P = 0,52$.

	tiroidea.sup	esternocleidomastoidea	larínea.sup	rama.anterior	rama.lateral	rama.posterior
tiroidea.sup	1,00	0,03	0,04	0,28	0,11	0,09
esternocleidomastoidea	0,03	1,00	0,09	0,12	0,21	0,13
larínea.sup	0,04	0,09	1,00	0,15	0,00	0,04
rama.anterior	0,28	0,12	0,15	1,00	0,14	0,18
rama.lateral	0,11	0,21	0,00	0,14	1,00	0,52
rama.posterior	0,09	0,13	0,04	0,18	0,52	1,00

Tabla 6

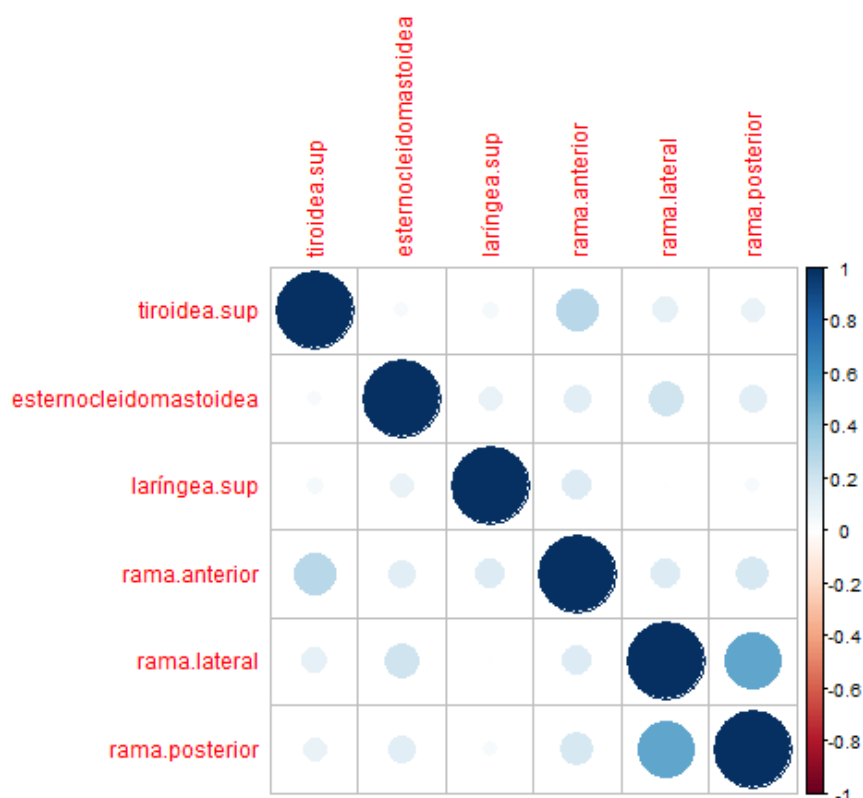


Figura 4

4.3.2.- Arteria lingual.

Se aprecia una correlación de significativa (cuando se ve una, se ve la otra) entre la observación para nuestra muestra, de la arteria mandibular y mentoniana ($P=0,70$), así como para la arteria profunda de la lengua y la arteria lingual ($P=0,62$).

	lingual	suprahioidea	profunda.lengua	sublingual	mentoniana	mandibular	a.frenillo
lingual	1,00	0,04	0,62	0,13	0,03	0,02	0,03
suprahioidea	0,04	1,00	0,07	0,06	-0,04	-0,03	-0,04
profunda.lengua	0,62	0,07	1,00	0,10	-0,28	0,03	0,05
sublingual	0,13	0,06	0,10	1,00	0,04	-0,09	0,04
mentoniana	0,03	-0,04	-0,28	0,04	1,00	0,70	0,49
mandibular	0,02	-0,03	0,03	-0,09	0,70	1,00	0,70
a.frenillo	0,03	-0,04	0,05	0,04	0,49	0,70	1,00

Tabla 7

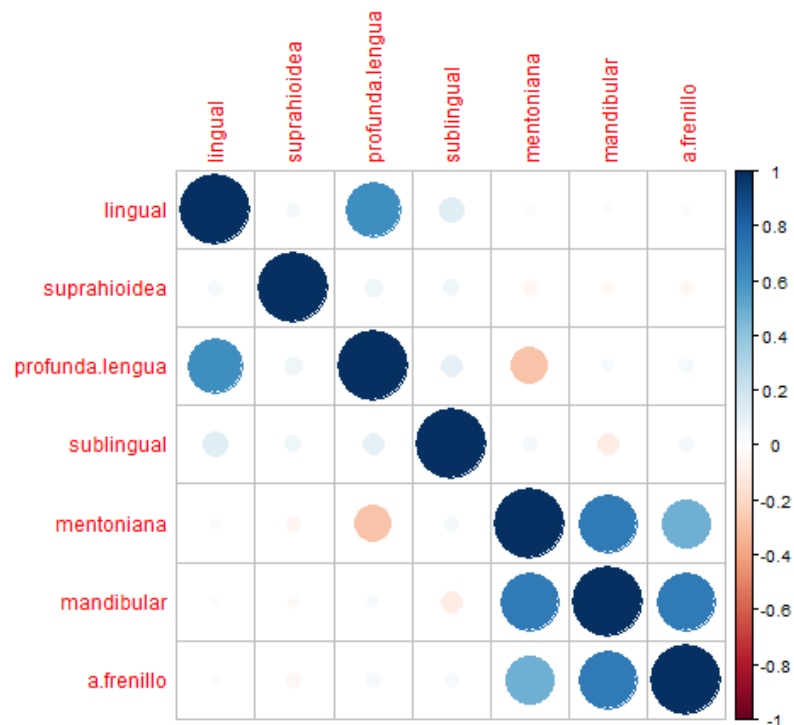


Figura 5

4.3.3.- Arteria facial

Para la observación de estas arterias en nuestra muestra existe una correlación entre la arteria angular y la arteria pterigoidea $P=0,57$.

	facial	palatina	submandibular	submentoniana	pterigoidea	masetérica	labial.inf	labial.sup	lateral.nasal	angular
facial	1,00	0,01	0,16	0,19	0,01	0,04	0,21	0,20	0,13	0,03
palatina	0,01	1,00	0,09	0,08	-0,01	-0,04	0,07	0,07	0,12	-0,03
submandibular	0,16	0,09	1,00	0,29	-0,16	0,13	-0,03	0,29	0,09	-0,13
submentoniana	0,19	0,08	0,29	1,00	0,08	0,20	0,15	0,35	0,16	-0,02
pterigoidea	0,01	-0,01	-0,16	0,08	1,00	0,39	0,07	0,07	0,12	0,57
masetérica	0,04	-0,04	0,13	0,20	0,39	1,00	0,06	0,18	0,09	0,19
labial.inf	0,21	0,07	-0,03	0,15	0,07	0,06	1,00	0,20	0,13	0,12
labial.sup	0,20	0,07	0,29	0,35	0,07	0,18	0,20	1,00	0,42	0,13
lateral.nasal	0,13	0,12	0,09	0,16	0,12	0,09	0,13	0,42	1,00	0,20
angular	0,03	-0,03	-0,13	-0,02	0,57	0,19	0,12	0,13	0,20	1,00

Tabla 8

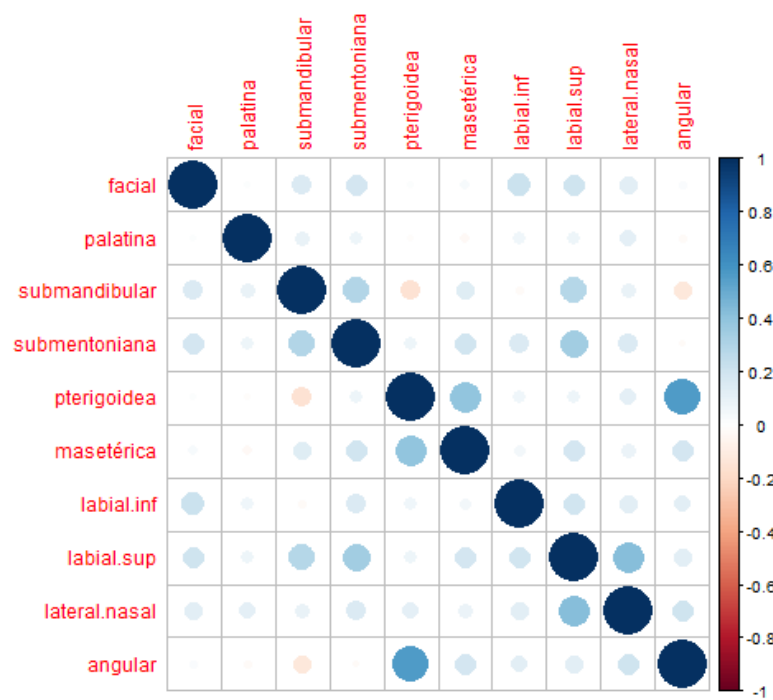


Figura 6

4.3.4.- Arteria occipital

La única correlación que presenta la observación de la arteria occipital con sus ramas colaterales, en nuestro estudio, corresponde a la arteria occipital posterior con la arteria occipital anterior (P=0,74).

	esternocleidomastoidea.1	superior	descendente	estilomastoidea	meningeo	occipital.ant	occipital.post
esternocleidomastoidea.1	1,00	0,14	0,03	0,21	0,02	0,09	0,07
superior	0,14	1,00	-0,21	-0,11	-0,02	0,06	0,07
descendente	0,03	-0,21	1,00	0,18	0,10	-0,08	-0,23
estilomastoidea	0,21	-0,11	0,18	1,00	0,19	-0,05	0,01
meningeo	0,02	-0,02	0,10	0,19	1,00	-0,15	-0,11
occipital.ant	0,09	0,06	-0,08	-0,05	-0,15	1,00	0,74
occipital.post	0,07	0,07	-0,23	0,01	-0,11	0,74	1,00

Tabla 9

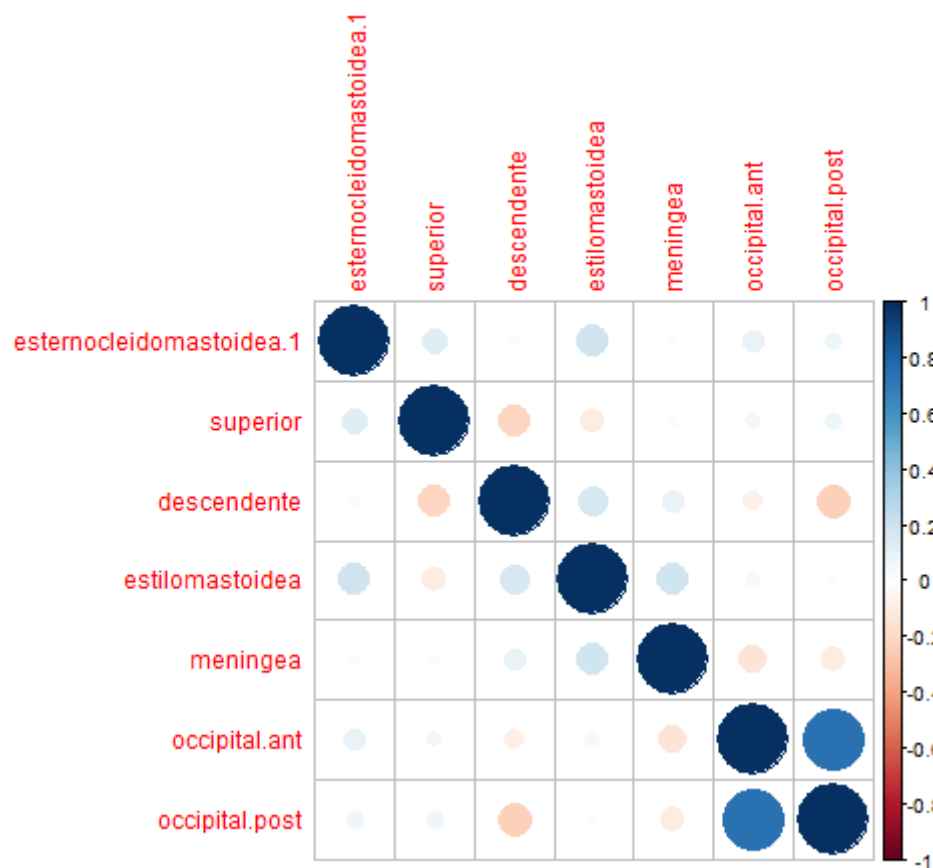


Figura 7

4.3.5.- Arteria temporal superficial

La observación de dicha arteria principal, en nuestra muestra, no presenta correlaciones importantes con la observación de ninguna de sus arterias colaterales o terminales.

	transversal.de.la.cara	cigomatico.orbit	temporal.media	rama.terminal.ant	rama.terminal.parietal
transversal.de.la.cara	1,00	0,12	0,12	0,39	0,36
cigomatico.orbit	0,12	1,00	0,23	0,05	0,10
temporal.media	0,12	0,23	1,00	0,05	0,10
rama.terminal.ant	0,39	0,05	0,05	1,00	-0,03
rama.terminal.parietal	0,36	0,10	0,10	-0,03	1,00

Tabla10

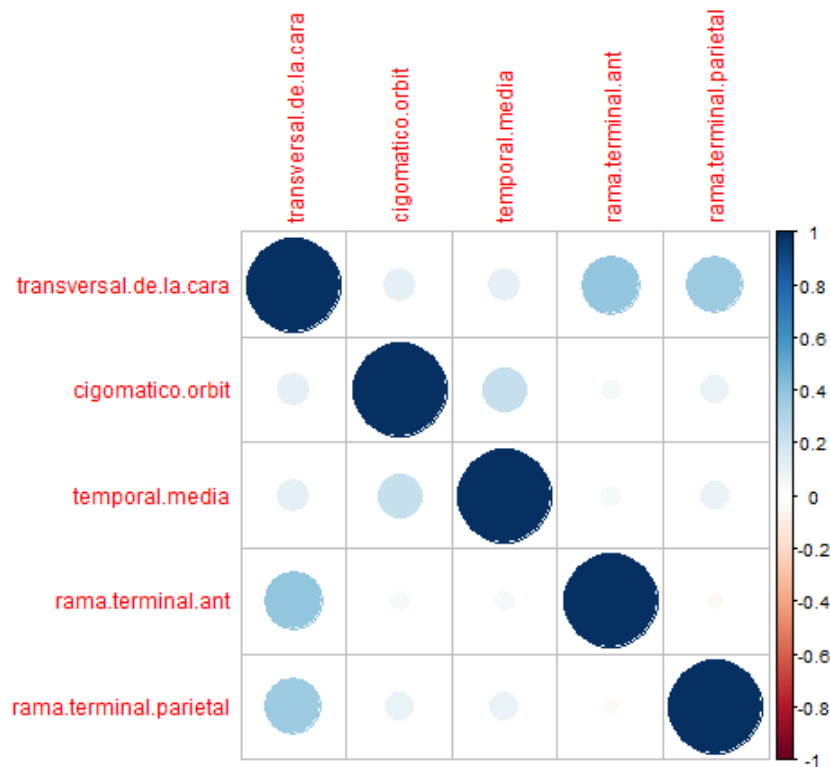


Figura 8

4.3.6.- Arteria maxilar interna.

La visualización de la arteria maxilar interna, en nuestra muestra, no presenta ninguna correlación significativa con la visualización de ninguna de sus colaterales o de ellas entre sí.

	menígea.media	alveolar.inf	alveolar.sup.post	infraorbitaria	palatina.descendente	esfenopalatina
menígea.media	1,00	0,24	-0,13	-0,08	0,13	-0,06
alveolar.inf	0,24	1,00	0,08	0,07	0,15	-0,34
alveolar.sup.post	-0,13	0,08	1,00	0,46	0,32	-0,01
infraorbitaria	-0,08	0,07	0,46	1,00	0,31	0,04
palatina.descendente	0,13	0,15	0,32	0,31	1,00	-0,05
esfenopalatina	-0,06	-0,34	-0,01	0,04	-0,05	1,00

Tabla 11

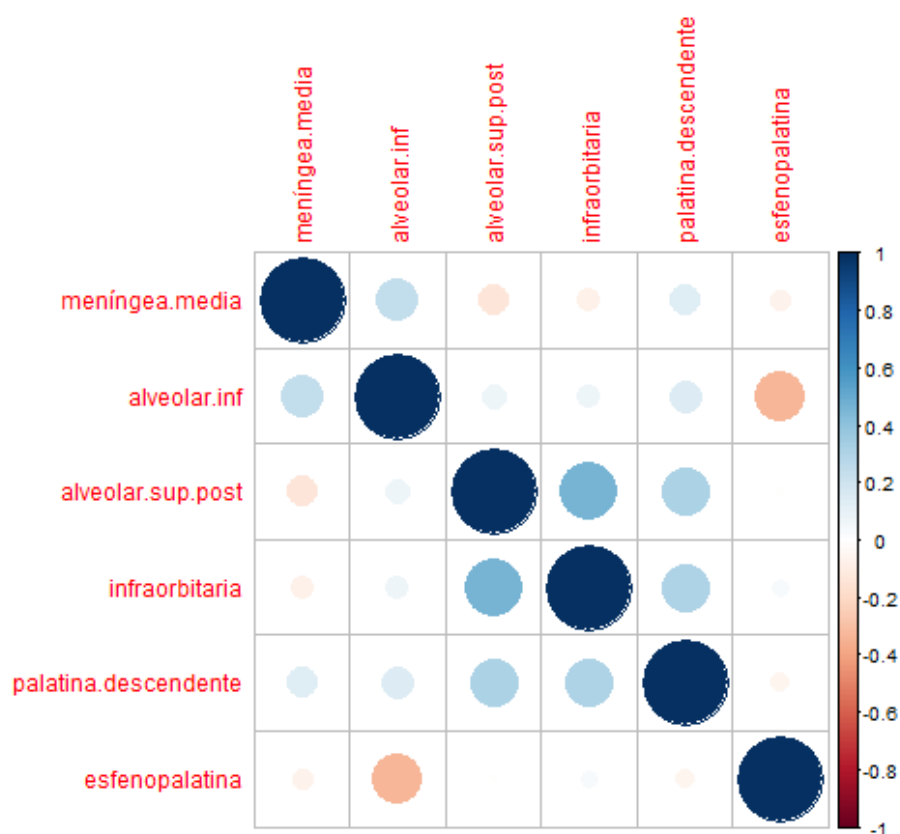


Figura 9

4.4.- ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA. VARIACIONES ANATÓMICAS

En base al estudio de las proyecciones tridimensionales obtenidas con el TCMC de nuestra muestra se ha recopilado información sobre el origen de las arterias tiroidea superior, lingual y facial en cuanto a si forman o no tronco común entre sí. (Imagen 11)

El origen de la arteria tiroidea superior puede estar en relación con diferentes estructuras: con la bifurcación carotídea, con la ACE y con la ACC.

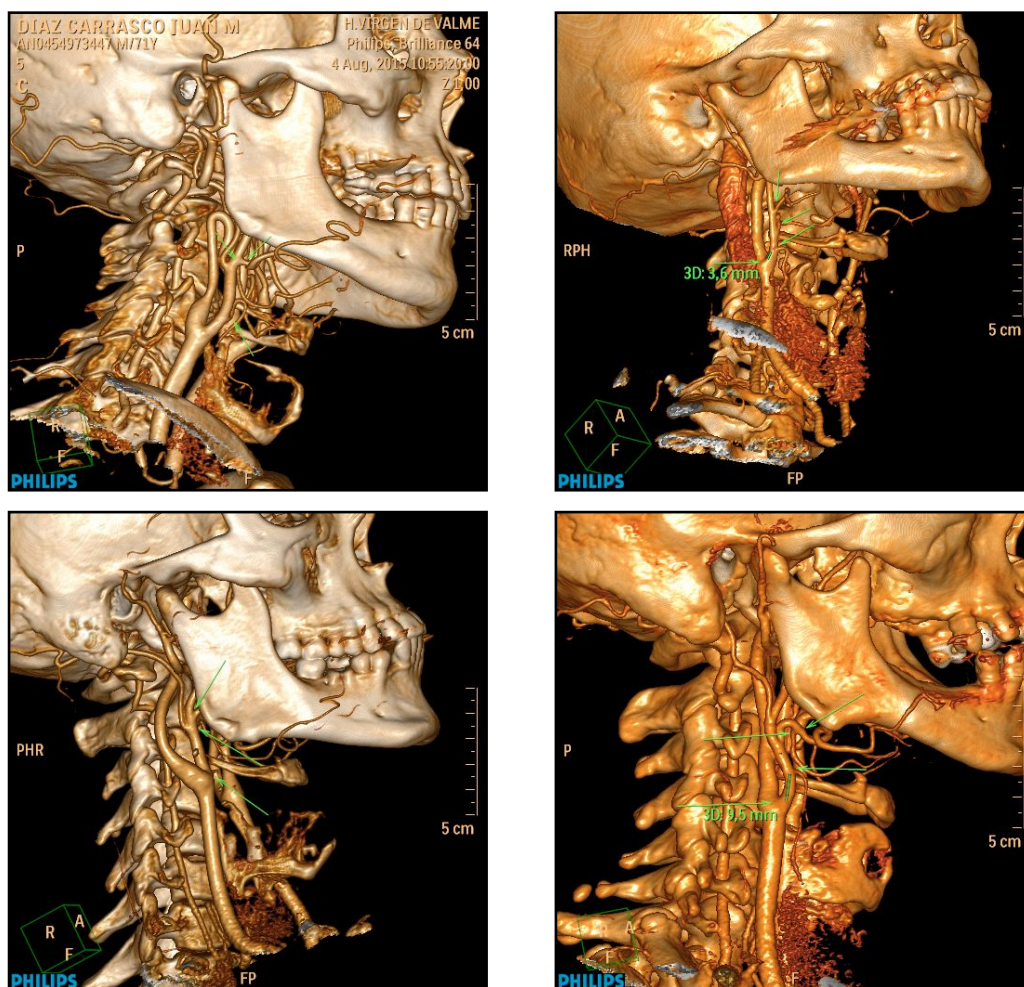


Imagen 11: bifurcación carotídea y origen de las arterias tiroidea superior, lingual y facial.

Así mismo, se ha analizado la terminación de la arteria facial, que puede presentar como terminal cualquiera de sus últimas ramas colaterales (labial inferior, labial superior, nasal lateral o angular)

El siguiente cuadro, Tabla 12, resume la distribución de las categorías que toman cada una de estas variables para nuestro estudio. De igual forma, los valores relativos (porcentajes) aparecen en la Tabla 13.

lugar.origen.art.tiroidea	tipo.origen.art.tiroidea	tipo.origen.art.lingual
ACC: 6 ACE: 36 BC: 26 X: 1	INDEPENDIENTE: 65 TRONCO COMUN: 3 X: 1	INDEPENDIENTE: 41 TRONCO COMUN: 26 X: 2
tipo.origen.art.facial	tipo.arteria.facial	
INDEPENDIENTE: 43 TRONCO COMUN: 24 X: 2	ANGULAR: 3 LABIAL INF: 10 LABIAL SUP: 18 NASAL: 32 X: 6	

Tabla 12

lugar.origen.art.tiroidea	tipo.origen.art.tiroidea	tipo.origen.art.lingual
ACC: 8,70% ACE: 52,17% BC: 37,68% X: 1,45%	INDEPENDIENTE: 94,20% TRONCO COMUN: 4,35% X: 1,45%	INDEPENDIENTE: 59,42% TRONCO COMUN: 37,68% X: 2,90%
tipo.origen.art.facial	tipo.arteria.facial	
INDEPENDIENTE: 62,32% TRONCO COMUN: 34,78% X: 2,90%	ANGULAR: 4,35% LABIAL INF: 14,49% LABIAL SUP: 26,09% NASAL: 46,38% X: 8,70%	

Tabla 13

Para la tabla de frecuencias relativas (Tabla13) podemos resaltar que:

La arteria tiroidea superior, para nuestra muestra, ha podido ser observada en las tres localizaciones en las que puede originarse. La arteria se inicia a nivel de la ACC (arteria carótida común) en un 8,70% de los casos, a nivel de la ACE (arteria carótida externa) en un 52,17% de los casos y a nivel de la bifurcación carotídea en el 37,68% restante. Sólomente en uno de los casos no pudo ser valorada.

La arteria facial puede presentar distintas arterias colaterales como terminales, ya que es una arteria que tiene una gran variabilidad morfológica. En nuestra muestra, en el 46,38% de los casos, para dicha arteria se observa que tiene como rama terminal a la arteria nasal lateral.

En el 26,09% hemos podido observar a la arteria labial superior como arteria terminal, mientras que solamente en el 14,49% de los casos ha sido la arteria labial inferior y en el 4,35% la arteria angular.

Arterias			Nº Casos	Porcentaje
<i>tipo origen art tiroidea</i>	<i>tipo origen art lingual</i>	<i>tipo origen art facial</i>		
Independiente	Independiente	Independiente	41	61,2%
Tronco común	Tronco común	Tronco común	1	1,5%
Tronco común	Tronco común	Independiente	2	3,0%
Independiente	Tronco común	Tronco común	23	34,3%

Tabla 14

Esta última tabla nos aporta mucha información sobre la clasificación de nuestra muestra en cuanto al origen de las tres primeras ramas de la arteria carótida externa.

Las arteria tiroidea superior, en nuestra serie, presenta un origen independiente del resto de las arterias colaterales en su mayor parte, con un porcentaje del 95,5% de los casos. Aparece como tronco común de la arteria lingual (tronco común de dos) o de la arteria lingual y la facial (tronco común de tres) en el 4,5% restante de los casos.

Según nuestros resultados, las arterias lingual y facial forman un tronco común en su origen en un 34,3% de los casos. Es bastante menos común que la arteria tiroidea y la lingual provengan de un mismo tronco arterial (3,0%) y aún menos que las tres arterias tengan un origen común (1,5%), pero siempre habrá que tener presente que se puede considerar como variación anatómica.

5.-DISCUSIÓN

Son poco frecuentes los estudios de la anatomía vascular en el área de la odontología y no existen en la literatura, dentro de nuestra profesión, una amplia variedad de trabajos que hayan estudiado las arterias y sus ramas a nivel craneo facial salvo las disecciones practicadas en cadáveres.

Por ello, he intentado, aprovechando las líneas de investigación en el campo del Diagnóstico por la Imagen, ver las posibilidades de esta técnica y más concretamente de la Tomografía Computarizada Multi Corte (TCMC) por si la misma tuviera algo que aportar a nuestra práctica clínica diaria; y de no ser así, al menos incrementar nuestros conocimientos desde el punto de vista vascular en todo lo que se refiere al Sistema Estomatognático y cráneo-facial.

Las arterias principales que se han podido observar en nuestro estudio con TCMC de las ramas de la arteria carótida externa, en todos los casos sin excepción, han sido: la *arteria occipital*, la *temporal superficial* y la *arteria maxilar interna*.

De estas tres, las dos primeras tienen una ubicación más superficial y es relativamente fácil poder observarlas en tres dimensiones (3D) tanto en su origen como en su trayecto, ramificaciones principales e incluso arterias terminales. Mis resultados en cuanto al estudio de la arteria temporal superficial coinciden con los hallazgos encontrados por Kuruoglu E et al ⁽³⁶⁾ realizados también con Tomografía Computarizada con contraste.

La *arteria temporal superficial* se describe en el 100% de nuestros 70 casos. Es una arteria muy superficial y normalmente fácil de observar. Sus ramas terminales se suelen ver también muy a menudo, ya que tienen un calibre relativamente grueso: en un 99% la rama frontal y en un 94% la parietal. Nosotros hemos visto la arteria transversal de la cara con una frecuencia del 91% y, sin embargo, la arteria cigomático-orbitaria, que se origina por encima de la anterior, sólo se ha podido observar en un 13% de los casos.

Pinar YA y Gousa F ⁽⁴⁹⁾ en 2006, en un estudio sobre 27 cadáveres observaron que la arteria cigomático-orbitaria no estaba presente en el 22% de su muestra y la arteria transversal de la cara se veía en el 100% de los casos. Nuestro trabajo con TCMC con

imágenes en 3D, proporciona resultados similares ya que nos permite ver esta arteria transversal en más del 90% de los casos.

La arteria maxilar interna, aun siendo una arteria que transcurre por la fosa infratemporal, se ha podido observar en todos los casos gracias a una herramienta específica del software que elimina estructuras anatómicas superpuestas. En este caso, al quitar parte de la estructura ósea del hueso cigomático, hemos podido seguir la arteria maxilar interna desde su origen y gran parte de su recorrido hasta su ramificación en arteria orbitaria, arteria palatina descendente, arteria alveolar superior posterior y arteria esfenopalatina.

La mayoría de estas ramas terminales se han podido observar a nivel de su bifurcación y antes de pasar a tener un recorrido intraóseo. Las arterias timpánica anterior, meníngea accesoria, maseterica, alveolar superior anterior, vidiana y pterigopalatina no se han podido identificar en ninguno de los casos, ya sea por su mínimo calibre o por estar solapadas por estructuras óseas en su trayectoria.

Las arterias principales que siguen a las anteriores en frecuencia de observación son *las arterias tiroidea superior, lingual y facial*; ramas que son las tres primeras colaterales principales y que tienen su origen en la parte anterior de la ACE. En ocasiones estas arterias son difíciles de observar por superposición del ángulo o la rama mandibular, pero tras la eliminación de los posibles obstáculos óseos, no presenta mayores dificultades.

Hay múltiples artículos que estudian dichas arterias, pero muy pocos utilizan esta técnica diagnóstica. La mayoría basan sus hallazgos en observaciones hechas en cadáveres. Un estudio similar al que hemos realizado para esta Tesis Doctoral fue publicado en 2012 por Iwai et al.⁽⁵⁰⁾ pero referido al tronco tirolingual; en él se muestran imágenes y resultados muy similares a los nuestros (Imagen 16).

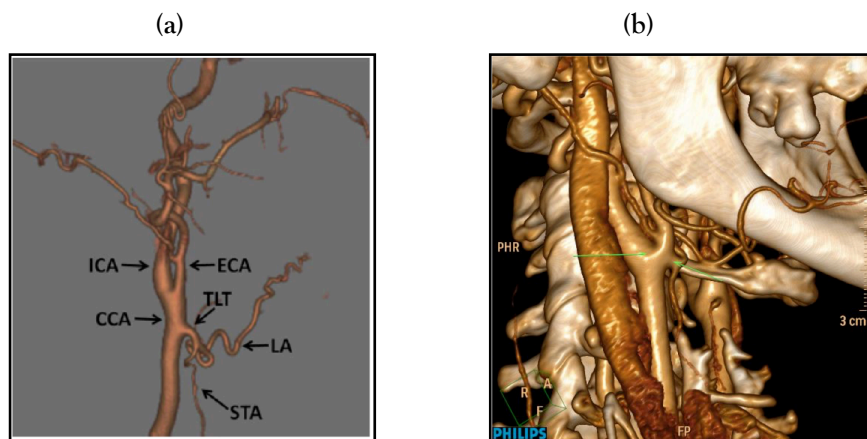


Imagen 16: Troncos tirolinguales (a) Iwai et al. ⁽³³⁾ (b) presente Tesis Doctoral

La Arteria Tiroidea superior, se ha podido observar en todos los casos, menos en uno (69 pacientes). En 3D, esta arteria es bastante visible en su origen y parte de su trayectoria. Sus ramas terminales son relativamente visibles también, aunque a veces, el vasto entramado vascular hace que se confundan en los tejidos de la glándula tiroides. La rama terminal que se ve con más frecuencia es la rama anterior (84%) y quizás sus ramas colaterales no se aprecien con facilidad (arteria esternocleidomastoidea, arteria laríngea superior) debido a su fino calibre o localización.

Arteria Lingual. Excepto en tres ocasiones, esta arteria se ha podido observar en casi todos los pacientes. De sus ramas colaterales, la que mejor se aprecia es la arteria profunda de la lengua, que llega a verse hasta un calibre de 0,8 mm. En pacientes desdentados, es muy fácil de localizar. La rama sublingual se ha podido observar sólo a veces (38%) pero en las proyecciones en 3D se pierde en el entramado muscular del suelo de la boca. Sus ramas más distales, la arteria mentoniana, mandibular y arteria del frenillo, no se han podido diferenciar de dichas estructuras en la mayoría de los casos en las reconstrucciones en 3D.

Arteria Facial. Hemos podido observarla en el 99% de los casos. Es una arteria muy sinuosa, ya que rodea a la glándula submandibular. En algunos trabajos, como el realizado por Mamatha et al. ⁽⁵¹⁾, se señala que la arteria que irriga a dicha glándula, la arteria submandibular, puede nacer independientemente de la arteria facial, y originarse,

directamente, desde la ACE. En los sujetos por nosotros estudiados no hemos podido constatar dicha variante anatómica.

Según los estudios de Touré G et al,⁽⁵²⁾ la arteria facial irriga a la parte dorsal del maxilar a través de una rama colateral (arteria palatina ascendente) y la parte ventral a través de la arteria labial superior y sus ramificaciones, arteria que nosotros hemos podido observar en un 74% de la muestra. Estos autores describen dichas arterias en el 100% de las disecciones en cadáveres. Nosotros hemos observado la arteria palatina ascendente solamente en uno de los casos, ya que su calibre es muy fino y su posición muy medial respecto a su origen en la facial; y ello, porque, normalmente, se solapa entre otras estructuras óseas, musculares y vasculares.

La arteria submentoniana, se observa con bastante frecuencia, al igual que las arterias labiales superior e inferior y la arteria nasal lateral. La arteria angular, pterigoidea y masetéica no son estructuras anatómicas que puedan verse con claridad en las proyecciones tridimensionales.

Las ramas principales de la arteria carótida externa que no hemos podido localizar en la mayoría de los casos han sido *las arterias parotídeas* (vistas únicamente en uno de los pacientes) y *la arteria faríngea ascendente* (en tres casos), donde los calibres detectados, muy pequeños, en general no llegan a un milímetro. Nosotros pensamos que esta variabilidad en la observación de unas arterias sí y otras no, puede ser debido a toda una serie de posibles factores; factores entre los que podríamos mencionar el calibre de las arterias.

En general, el menor calibre que hemos podido medir en nuestra muestra para las ramas de la arteria carótida externa es de 0,6/0,7 mm. Por debajo de este calibre el software no ofrece una buena reconstrucción en 3D, aunque muchas de ellas pueden reconocerse en las proyecciones biplanares (cortes coronales, axiales o sagitales). Por lo tanto las arterias de mayor calibre han sido las que hemos podido observar en la mayoría de los casos.

Otra de las causas de esa variabilidad en la observación, podría ser la inyección del contraste. Este, al estar relativamente relacionado con el calibre de las arterias, muchas veces no llega a determinadas zonas o tiene tan poca intensidad que las mismas ya no son

reconocibles; de ahí que las localizaciones más distales sean las que, desde el punto de vista de la visualización, tienen menos posibilidades.

La localización de la arteria, también tiene su influencia. La arteria faríngea ascendente, por ejemplo, tiene un origen medial y un trayecto profundo en la arquitectura muscular y cartilaginosa de la faringe, con lo cual presenta mucha dificultad el poder ubicarla con el sistema en 3D ya que al eliminar parte de las estructuras que entorpecen su visibilidad, eliminamos, a la vez, parte de la estructura de esta arteria. Las arterias que se introducen por algún canal óseo pueden observarse en las proyecciones biplanares, pero no en las reconstrucciones tridimensionales.

Respecto a **las variantes anatómicas observadas**, debemos señalar que la literatura existente sobre anatomía de la ACE, sus ramas colaterales y terminales es muy extensa, y en gran parte hace referencia a las variaciones, sobre todo, de las arterias tiroidea superior, lingual y facial, es decir, sus tres primeras ramas. La gran mayoría de estos estudios corresponden a trabajos en cadáveres, y en menor porcentaje, alguno realizado con Tomografía Computarizada, como el que nosotros hemos llevado a cabo.

Estas tres primeras ramas de la ACE, presentan una gran variabilidad y, según comentan Ozgur et al,⁽⁵³⁾ la tiroidea superior (ATS), puede, incluso, no originarse en la carótida externa sino directamente en la arteria carótida común (ACC). (Imagen 17)

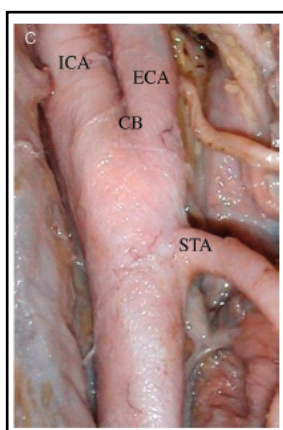


Imagen 17: Arteria tiroidea superior ramificándose desde la arteria carótida común.

De ahí que, en 2008, este mismo autor y sus colaboradores establecieran una clasificación de las tres primeras ramas de la ACE según las combinaciones en las que sus ramificaciones compartían o no un tronco común (Figura 4). En su estudio, con una muestra de 40 casos, atendiendo a si salían de un tronco común o independientemente, encontraron que el 90%, de las ramas salían independientemente de la CE; en el 7,5%, la facial y la lingual salían de un tronco común y la tiroidea independiente; y en el 2,5% la lingual y la tiroidea formaban tronco común con facial independiente. No encontraron ningún caso en los que existiera un tronco común para las tres ramas principales. Esta clasificación no tiene en cuenta las diferentes localizaciones en origen de la arteria tiroidea superior. Siguiendo a este autor, y en este sentido, nuestros resultados, con una muestra bastante más voluminosa que la de Ozgur et al ⁽⁵³⁾ recogen, sin embargo, unos porcentajes del 61,2%, 34,3%, 3% respectivamente, aunque al contrario de lo que señala Ozgur, nosotros si hemos encontrado, en un 1,5% de los casos, una salida común para las tres ramas mencionadas (tiroidea, lingual y facial).

En el año 2009, Vázquez et al, ⁽⁸⁾ en un estudio con 165 cadáveres, agruparon sus hallazgos considerando la localización del origen de la ATS y la formación o no de troncos comunes entre ellas. Para ellos, habría un Tipo I, origen a nivel de la bifurcación carotídea (BC), en el que la frecuencia relativa se situaba en el 49,3% de los casos. Un Tipo II, origen a nivel de la arteria carótida común (ACC), con frecuencia de 26,6% de sus casos. El Tipo III, origen a nivel de la arteria carótida externa (ACE) fue observado en sus estudios en el 23,2% de los casos. Y el IV lo dividieron en un subtipo (a) con origen a nivel de un tronco común tirolingual (0,6%) y un subtipo (b) a nivel de un tronco común tirolinguofacial (0,3%).

En nuestro estudio en 70 pacientes examinados con el TCMC en 3D, según la clasificación anteriormente expuesta de Vazquez et al, ⁽⁸⁾ hemos obtenido para el Tipo I, una frecuencia relativa del 37,78%, un porcentaje algo menor que el hallado por los autores antes mencionados. Para el Tipo II, en este trabajo hemos obtenido un 8,70% y un 52,17% para el Tipo III. Nuestros resultados coinciden con los suyos en relación a la frecuencia de aparición de la arteria tiroidea a nivel de la bifurcación carotídea y, en menor medida a la frecuencia con que se origina de la arteria carótida común. Para los Tipos IV (a) y IV (b) hemos obtenido porcentajes muy bajos del orden del 3% y 1,5% respectivamente.

Ongeti et al,⁽⁵⁴⁾ obtienen en 2012 unos resultados distintos donde para el tipo I pudieron observar una frecuencia del 2,2%, para el tipo II del 10,9%, para el tipo III del 80,4% y para el tipo IVb del 6,5%. No hallaron ningún caso que presentase el tipo IVa.

Estos resultados son muy dispares con el resto de estudios incluido el nuestro, quizás, según explican los autores, por la diferencia racial (estudio realizado en cadáveres de personas de origen africano).

La clasificación más completa que contempla, tanto la existencia o no de un tronco común entre las arterias ATS, AL y AF, como la relación de las anteriores con el origen de la ATS, la establecieron Natsis et al⁽⁹⁾ en un artículo en 2011 donde incorporan los hallazgos de su estudio a las previas clasificaciones existentes como las de Vazquez et al (Tabla 15).⁽⁸⁾

CLASIFIC DE NATSIS ET AL	LUGAR ORIGEN ATS	TIPO ORIGEN ATS	TIPO ORIGEN AL	TIPO ORIGEN AF	NATSIS ET AL	TESIS DOCTORAL
I _{EC}	ACE	INDEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	31%	29,90%
I _{CB}	BC	INDEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	47%	26,90%
I _{CC}	ACC	INDEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	INDEPENDIENTE	10%	4,50%
II _{TL-EC}	ACE	TRONCO COMUN	TRONCO COMUN	INDEPENDIENTE	1%	1,50%
II _{TL-CB}	BC	TRONCO COMUN	TRONCO COMUN	INDEPENDIENTE	1%	1,50%
II _{TL-CC}	ACC	TRONCO COMUN	TRONCO COMUN	INDEPENDIENTE	1%	0%
II _{LF-EC}	ACE	INDEPENDIENTE	TRONCO COMUN	TRONCO COMUN	7%	19,40%
II _{LF-CB}	BC	INDEPENDIENTE	TRONCO COMUN	TRONCO COMUN	7%	10,40%
II _{LF-CC}	ACC	INDEPENDIENTE	TRONCO COMUN	TRONCO COMUN	1%	4,50%
II _{TLF}	ACE	TRONCO COMUN	TRONCO COMUN	TRONCO COMUN	0%	1,50%

Tabla 15: Clasificación de Natsis et al. para las ramas anteriores de la ACE. Comparativa de sus resultados con los del presente trabajo

Nuestro estudio coincide con el de estos últimos autores en cuanto a que hemos podido obtener ejemplos de todos y cada uno de estos supuestos, a excepción del Tipo II_{TL-CC} de la clasificación antes descrita. Hemos observado incluso, un caso con un tronco tirolinguofacial, que Natsis et al no habían podido ver en su muestra de 50 cadáveres (100 carótidas). (Imagen 18)

Así mismo, también Iwai et al⁽⁵⁰⁾ publicaron en 2012 el hallazgo de un caso en un paciente de un tronco tirolinguofacial emergente a nivel de la ACC. Suele ser considerado como una variante anatómica rara de encontrar.

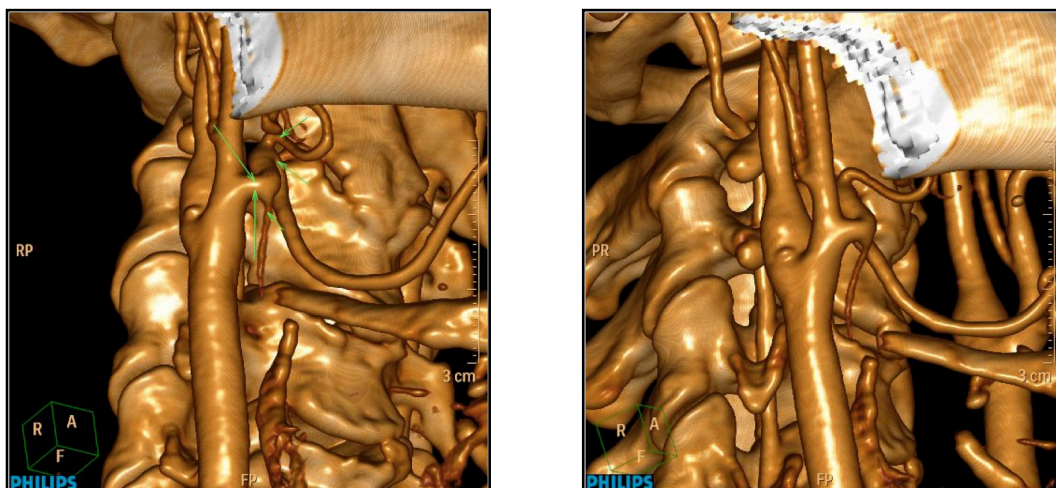


Imagen 18: Visualización con TCMC de un tronco tirolinguofacial ramificándose desde la ACE.

La arteria facial es una de las arterias más importantes de la cara y tiene muchas variantes, sobre todo en cuanto a sus ramas terminales se refiere. Ya hemos comentado las distintas opciones que puede presentar en su origen. A partir de ahí, se ramifica para irrigar la mayor parte de la cara, el paladar, los labios y la mejilla.

Las diferentes variantes que presenta la arteria facial fueron descritas ya en 1973 por Mitz et al,⁽⁵⁵⁾ en 1988 por Niranján⁽⁵⁶⁾ y en 2005 por Pinar et al.⁽⁵⁷⁾ En ocasiones puede observarse cómo la arteria más terminal se corresponde con la arteria angular (ángulo medial del ojo), pero en otros casos su recorrido se detiene en la arteria nasal, o más inferiormente en la cara, en la arteria labial superior o labial inferior.

Pinar et al ⁽³¹⁾ establecen (en sus estudios en 50 cadáveres) una serie de probabilidades de encontrar cualquiera de estas variantes con las frecuencias relativas de 22% para el tipo angular, 60% para el tipo nasal, 4% para el tipo labial (labial superior) y 2% para el tipo hipoplásico (nasal inferior).

Los resultados de esta Tesis Doctoral coinciden con estos autores en que la presentación más común, en cuanto a su terminación, de la arteria facial coincide con la arteria nasal. Sólomente en tres de los casos se ha podido observar la arteria angular en las reconstrucciones tridimensionales, aunque muchas veces sí aparecía en las proyecciones biplanares. Sin embargo, habría que resaltar, que nuestros resultados tienen un margen de error alto en este aspecto, ya que el contraste puede no haber llegado suficientemente a las

zonas más terminales de la arteria y a menudo la imagen en 3D no muestra las más pequeñas arterias terminales.

Solo nos resta añadir que la Tomografía Computarizada Multicorte con contraste, actualmente, es un método diagnóstico ampliamente utilizado para ver la arquitectura arterial de diversas zonas del cuerpo. Solar et al,⁽⁴⁰⁾ Mardinguer et al,⁽⁴¹⁾ Ella et al⁽⁴²⁾ y Rysz M et al,⁽⁴³⁾ en sus respectivos trabajos han hecho uso de la tomografía computarizada para analizar el trayecto y anastomosis de las distintas arterias que irrigan el maxilar.

A la luz de nuestro trabajo, pensamos que el mismo pudiera ser de utilidad dentro de la Odontología preferentemente en aquellos pacientes en los que se vayan a utilizar procedimientos invasivos que pudieran lesionar estructuras vasculares.

Algo que podríamos señalar respecto al empleo de técnicas diagnósticas por la imagen es que, hoy, en Odontoestomatología, es cada vez más frecuente el uso de los sistemas de Tomografía Computarizada de Haz Cónico (TCC). Sin embargo, un aparato de TC de haz cónico con contraste que permita obtener imágenes angiográficas útiles en campos como la cirugía ortognática y la implantología, todavía no se ha logrado.

6.- CONCLUSIONES

1ª.- La angiografía con tomografía computarizada multicorte (TCMC) en reconstrucciones tridimensionales, es un método efectivo para identificar la mayoría de las ramas principales de la arteria carótida externa y ubicarlas en el espacio, relacionándolas con las estructuras adyacentes tridimensionalmente.

2ª.- El estudio angiográfico con TCMC en 3D, nos permite visualizar en más de un 95% de las ocasiones, la mayoría de las ramas principales de la arteria carótida externa, tales como: la arteria tiroidea superior, la lingual, la facial, la occipital, la temporal superficial y la maxilar interna.

3ª.- Las ramas colaterales de las arterias principales de la carótida externa que hemos visto en más de un 80% de los casos son: la rama terminal anterior de la tiroidea superior, la arteria profunda de la lengua (arteria lingual), la rama terminal occipital anterior, las ramas transversal de la cara, terminal frontal y parietal (ramas de la temporal superficial) y la esfenopalatina (rama de la arteria maxilar interna).

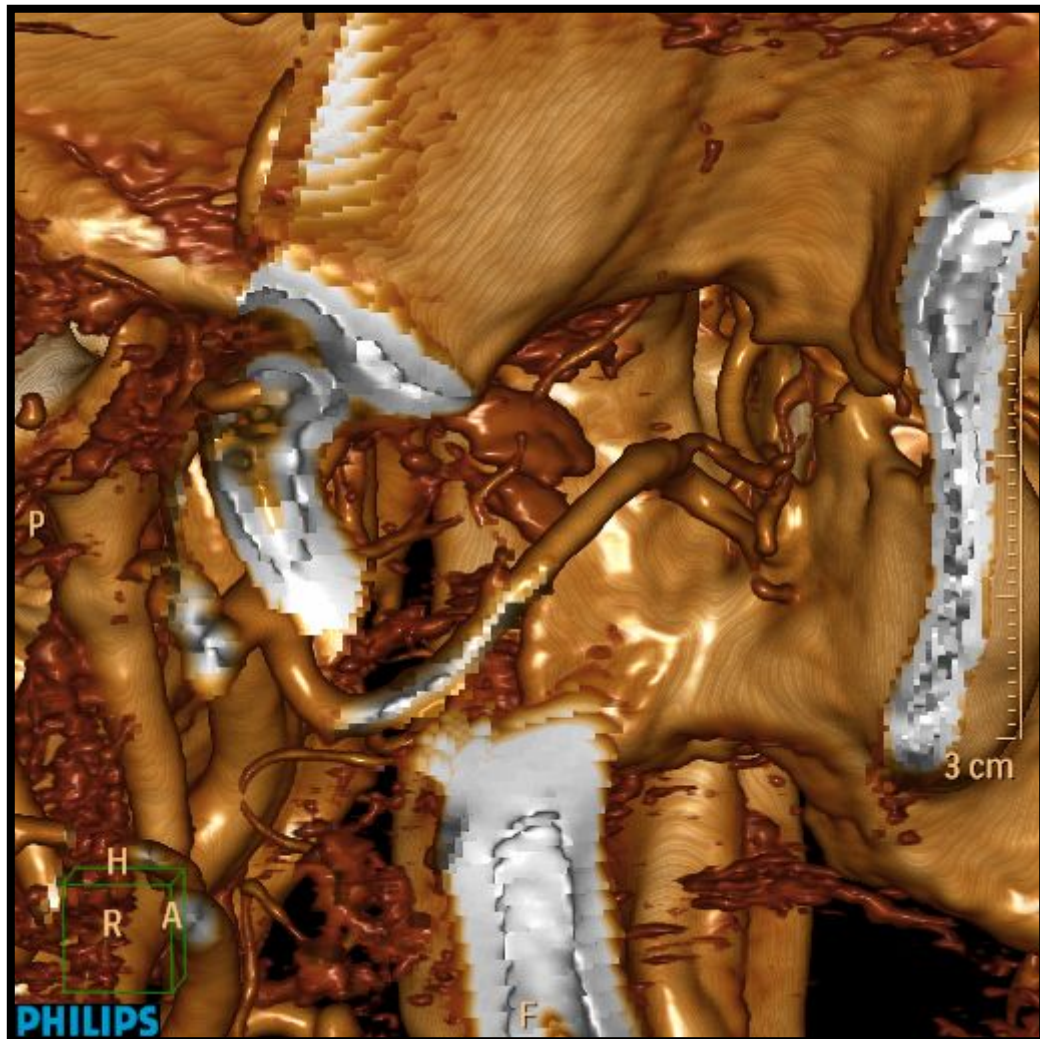
4ª.- Las ramas terminales de la arteria maxilar interna, de interés en estomatología, se observan en una gran proporción de los casos: la arteria alveolar superior posterior, la arteria infraorbitaria, la arteria palatina descendente y la arteria esfenopalatina.

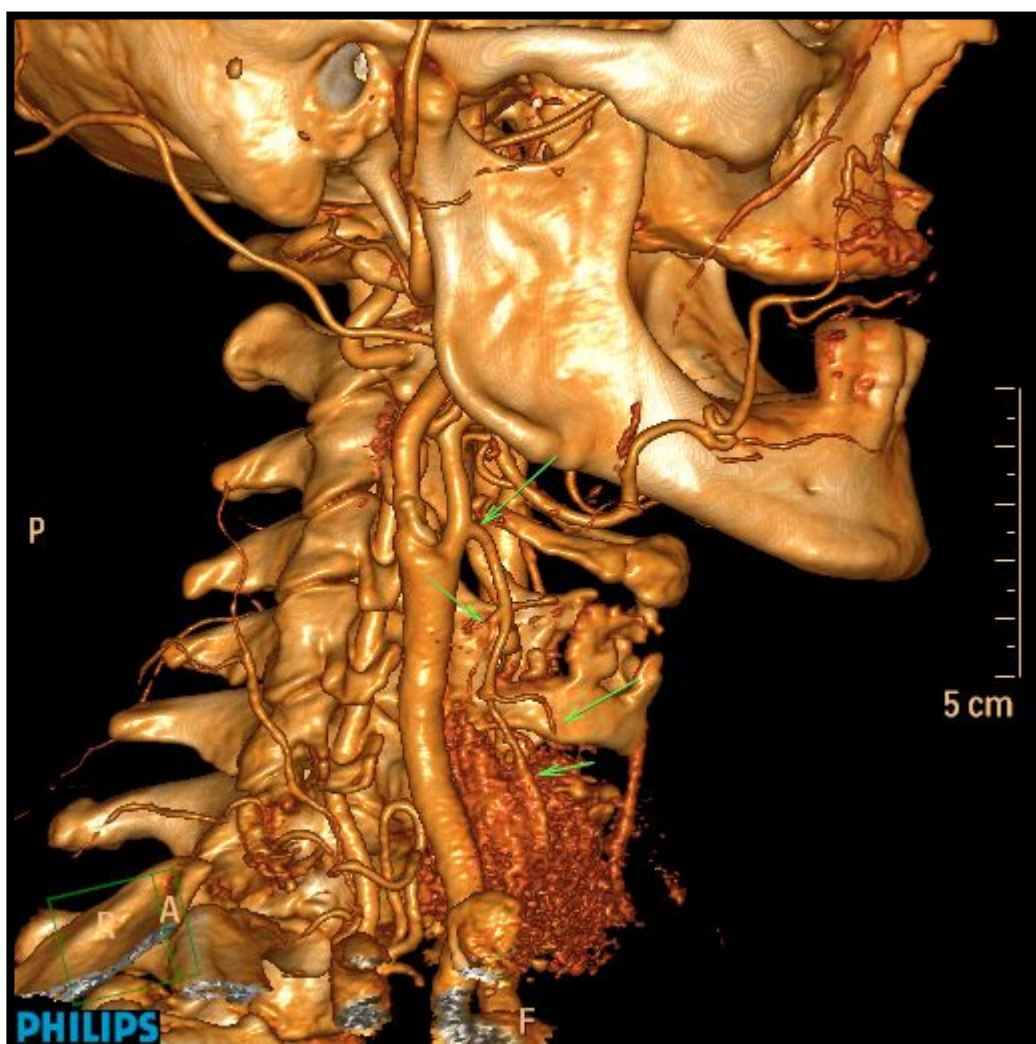
5ª.- En la mayoría de los casos la arteria mentoniana, mandibular y del frenillo, no se han podido diferenciar del entramado muscular del suelo de la boca.

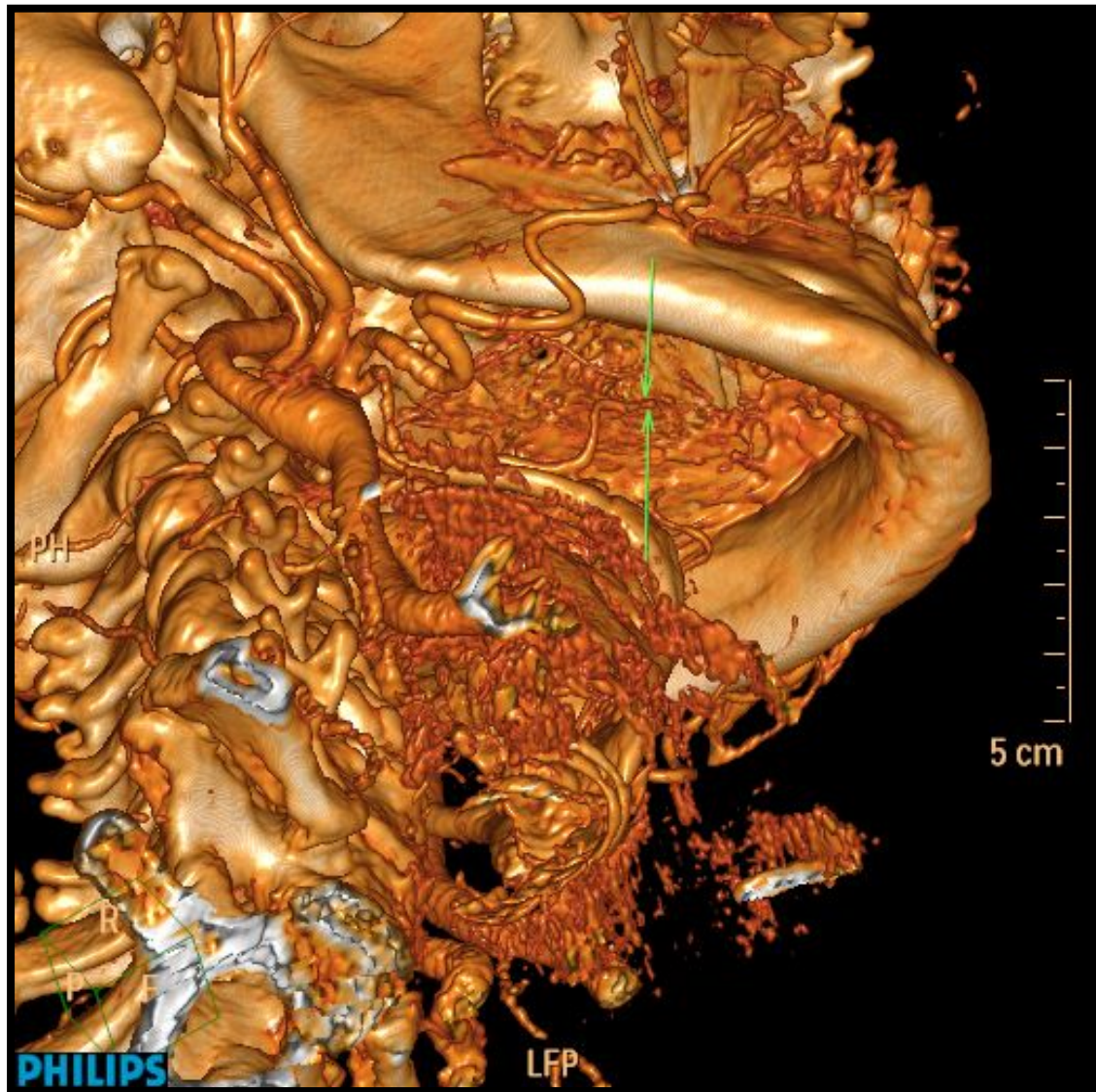
6ª.- El menor calibre que hemos podido medir en la zona más distal del trayecto de las arterias, ha sido de 0,6 - 0,7 mm, calibre que hemos observado en la arteria facial.

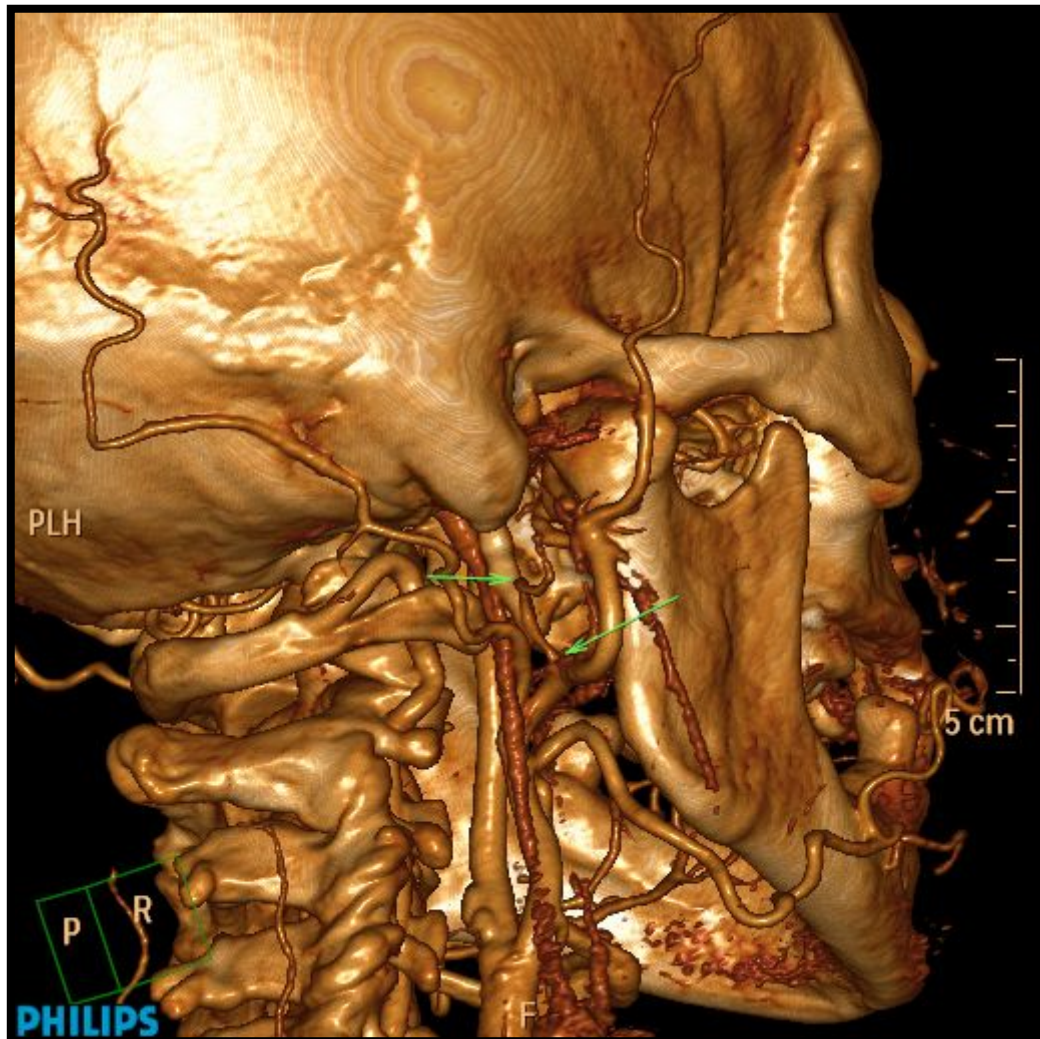
7ª.- La anatomía y posibles variantes en su origen de la arteria tiroidea superior, la arteria lingual y la arteria facial, se pueden observar y estudiar perfectamente en las reconstrucciones 3D, con la TCMC con contraste.

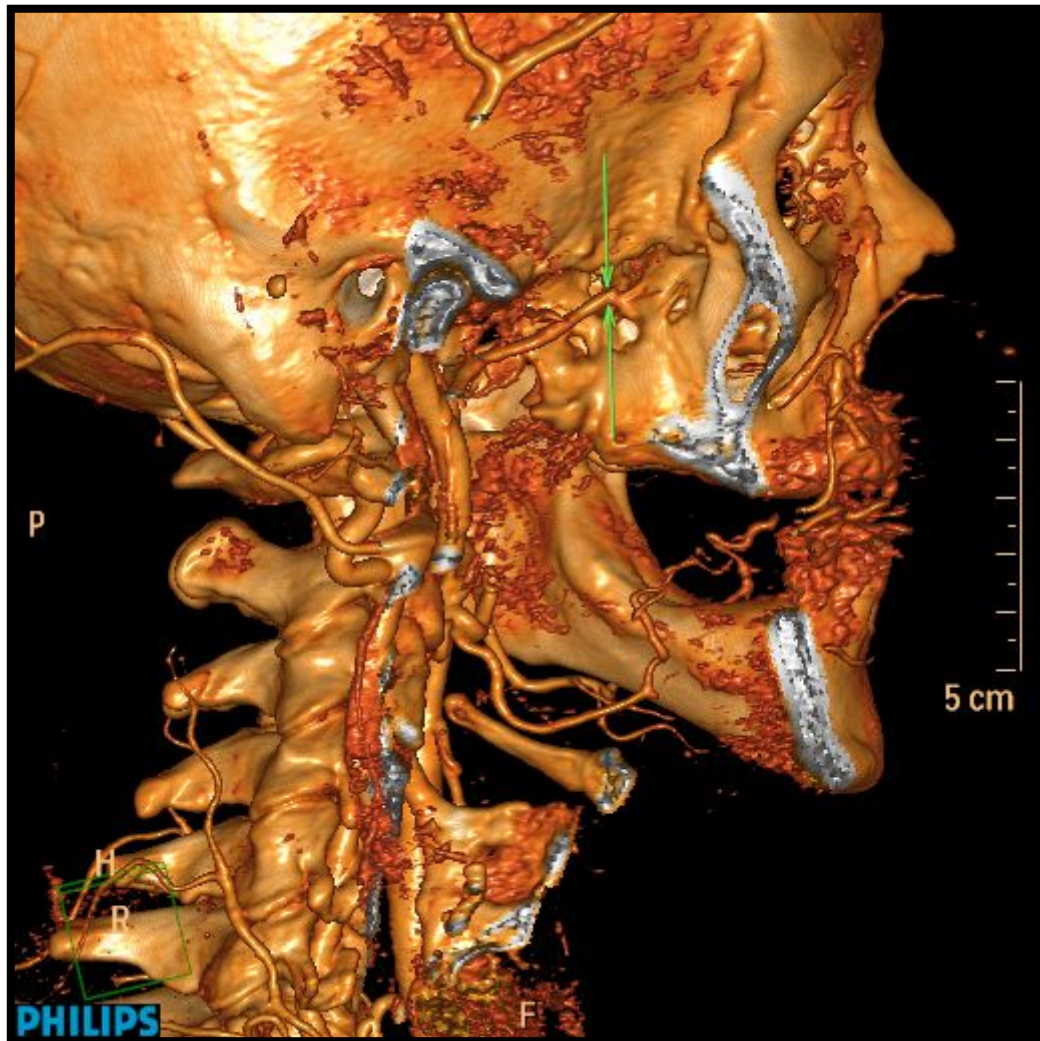
7.-ANEXOS
7.1- ICONOGRAFÍA

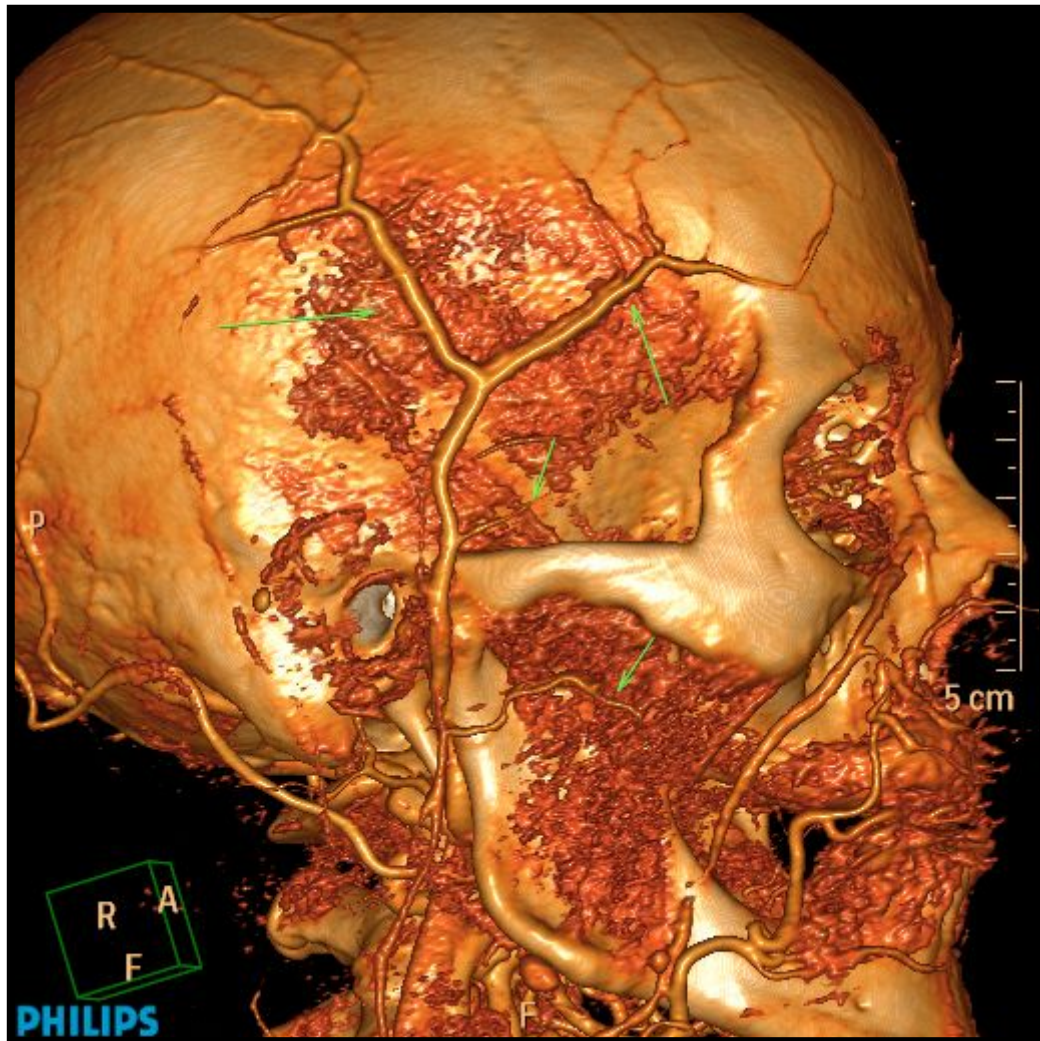












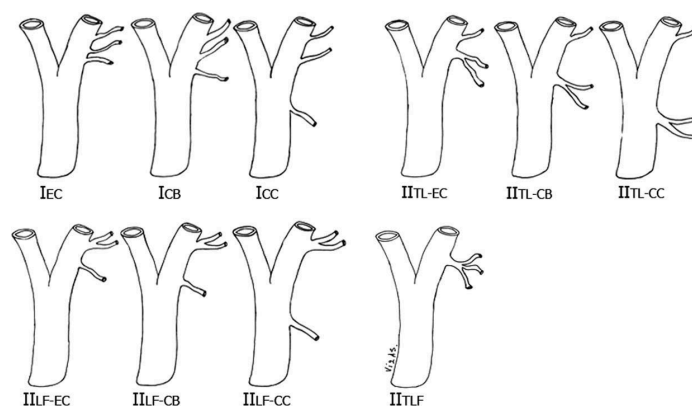
7.2.- TABLA DE RECOGIDA DE DATOS

IDENTIFICACIÓN DE RAMAS DE LA ARTERIA CARÓTIDA EXTERNA

Rama Principal	Rama Colateral Principal	Rama Colateral Secundaria
Tiroidea Sup.	Esternocleidomastoidea. Laríngea Superior	Rama Anterior Rama Lateral Rama Posterior
Lingual	Suprahioidea Dorsal lengua Profunda de la Lengua Sublingual	Mentoniana Mandibular A. del Frenillo
Faring Asc	Faríngea inferior Prevertebrales Meníngea posterior	
Facial	Palatina Submandibulares Submentoniana Pterigoidea Maseterica Labial Inferior Labial Superior Lateral Nasal Angular	
Occipital	Art. Musculares Art. Estilomastoidea Art. Meníngea Occipital Anterior Occipital Posterior	Esternocleidomastoidea Art. Superior Art. Descendente
Auricular Post. Parotideas Temporal Sup.	Colaterales	Art. Transversa de la cara Art. Cigomático-orbitaria Art. Temporal media
	Terminales	Rama Anterior o Frontal Rama Posterior o Parietal

Rama Principal	Rama Colateral Principal	Rama Colateral Secundaria
Maxilar	1er grupo	Art. Timpánica anterior
		Art Menígea media Rama Anterior
		Rama Posterior
	2º grupo	Art. Menígea accesoria
		Art. Alveolar Inferior
		Ramas Óseas
		Ramas Dentales
		Rama Mentoniana
		Rama Incisiva
	3er grupo	Art. Masetérica
		Art. Temporal Profunda Posterior
		Art. Pterigoideas
		Art. Bucal
		Art. Temporal Profunda Posterior
		Art. Alveolar Superior Posterior
	4º grupo	Art. Infraorbitaria
		Art. Palatina Descendente
		Art. Vidiana
		Art. Pterigopalatina
		Rama Esfenopalatina

Clasificación origen arterias anteriores ACE



7.3.- CONSENTIMIENTO INFORMADO

JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA DE SALUD

FORMULARIO DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO ESCRITO

Orden de 8 de julio de 2009 (BOJA nº 152 de fecha 6 de agosto) por la que se dictan instrucciones a los Centros del Sistema Sanitario Público de Andalucía, en relación al procedimiento de Consentimiento Informado.

CENTRO SANITARIO	SERVICIO

1. DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA (*) USO DE CONTRASTES YODADOS EN PACIENTES DE RIESGO



Este documento sirve para que usted, o quien lo represente, dé su consentimiento para esta intervención. Eso significa que nos autoriza a realizarla.

Puede usted retirar este consentimiento cuando lo desee. Firmarlo no le obliga a usted a hacerse la intervención. De su rechazo no se derivará ninguna consecuencia adversa respecto a la calidad del resto de la atención recibida. Antes de firmar, es importante que lea despacio la información siguiente.

Díganos si tiene alguna duda o necesita más información. Le atenderemos con mucho gusto.

(*) Indicar el nombre del procedimiento/intervención a realizar; si es posible, además del nombre técnico que siempre debe figurar, puede tratar de expresarlo con un nombre más sencillo.

1.1 LO QUE USTED DEBE SABER:

EN QUÉ CONSISTE. PARA QUÉ SIRVE:

Usted va a realizarse una prueba radiológica a petición de su médico. Como parte de la exploración es necesaria la administración de contraste yodado. El contraste es una sustancia que se inyecta a través de una vena y nos permite ver mejor algunos órganos y estudiar si en ellos hay lesiones.



CÓMO SE REALIZA:

La técnica a la que usted va a someterse consiste en pincharle una vena, generalmente en el brazo. A continuación se le inyectará un líquido (medio de contraste).



QUÉ EFECTOS LE PRODUCIRÁ:

Durante el estudio, sólo va a notar la punción de la aguja y un cuadro de calor de varios segundos de duración al inyectar el contraste. En casos muy determinados puede ser necesario hacer la punción en una vena central (yugular, subclavia o femoral), en cuyo caso se le administraría anestesia local y, por supuesto, sería previamente informado.

La administración de contrastes yodados puede, en ocasiones, alterar el funcionamiento de los riñones. Esta alteración suele ser poco importante, especialmente si se toman las medidas necesarias (que le explicarán antes de la inyección del medicamento).



EN QUÉ LE BENEFICIARÁ:

La administración del contraste es fundamental en algunas pruebas de imagen para poder estudiar de forma adecuada muchas estructuras (arterias y venas, vísceras internas....). En ocasiones, si no se administra el contraste no se puede llegar a un diagnóstico adecuado.

OTRAS ALTERNATIVAS DISPONIBLES EN SU CASO:

La ecografía, la resonancia magnética o el mismo estudio que se le va a realizar, pero sin contraste, pueden ser alternativas.

En su caso:

QUÉ RIESGOS TIENE:

Cualquier actuación médica tiene riesgos. La mayor parte de las veces los riesgos no se materializan, y la intervención no produce daños o efectos secundarios indeseables. Pero a veces no es así. Por eso es importante que usted conozca los riesgos que pueden aparecer en este proceso o intervención.

- **LOS MÁS FRECUENTES:**

Alteración de la función renal. Este riesgo es menor con los contrastes actuales, especialmente si se toman medidas que lo disminuyan (tratamiento antes y después de la inyección del contraste y otras medidas que le explicarán en el departamento de radiología). Habitualmente estas alteraciones de la función renal son pequeñas y transitorias.

La punción de la vena puede también presentar complicaciones. Estas son muy raras y no suelen pasar de una ligera molestia en la zona de la punción. Sin embargo, algunas pueden ser más importantes:

Coágulo (trombo) en el vaso que se pincha.

Sangrado por el sitio de la punción (hematoma).

Extravasación de contraste, es decir, salida del medio de contraste durante la inyección, lo que provoca dolor e hinchazón.

Estas posibles complicaciones se le tratarían en el momento de su aparición.

- **LOS MÁS GRAVES:**

Son las llamadas alergias al yodo. Son muy raras. No existen pruebas previas para detectar si usted es alérgico al yodo. No existen reacciones cruzadas; es decir, que usted tenga alergias a otros medicamentos, a antibióticos o a alimentos con yodo (mariscos) no implica que tenga mayor riesgo de alergia al contraste yodado. Estas reacciones pueden ser leves, pero en ocasiones excepcionales conducen a la muerte del paciente.

- **LOS DERIVADOS DE SUS PROBLEMAS DE SALUD:**

SITUACIONES ESPECIALES QUE DEBEN SER TENIDAS EN CUENTA:

Si usted tiene un mieloma, ha tenido previamente alergia a contrastes yodados o algún tipo de patología tiroidea, la probabilidad de que aparezcan complicaciones serias si se inyecta contraste intravenoso es importante, por lo que en estas circunstancias no debe inyectarse el contraste.

Si usted es diabético y está tomando un determinado antidiabético oral (Clorhidrato de Metformina) debe contactar con su médico y con el departamento de radiología para modificar el tratamiento de su diabetes.

OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS (a considerar por el/la profesional):

OTRAS CUESTIONES PARA LAS QUE LE PEDIMOS SU CONSENTIMIENTO:

- A veces, durante la intervención, se producen hallazgos imprevistos. Pueden obligar a tener que modificar la forma de hacer la intervención y utilizar variantes de la misma no contempladas inicialmente.

- A veces es necesario tomar muestras biológicas para estudiar mejor su caso. Pueden ser conservadas y utilizadas posteriormente para realizar investigaciones relacionadas con la enfermedad que usted padece. No se usarán directamente para fines comerciales. Si fueran a ser utilizadas para otros fines distintos se le pediría posteriormente el consentimiento expreso para ello. Si no da su consentimiento para ser utilizadas en investigación, las muestras se destruirán una vez dejen de ser útiles para documentar su caso, según las normas del centro. En cualquier caso, se protegerá adecuadamente la confidencialidad en todo momento.

- También puede hacer falta tomar imágenes, como fotos o videos. Sirven para documentar mejor el caso. También pueden usarse para fines docentes de difusión del conocimiento científico. En cualquier caso serán usadas si usted da su autorización. Su identidad siempre será preservada de forma confidencial.

CENTRO SANITARIO	SERVICIO DE
-------------------------	--------------------

2.4 RECHAZO DE LA INTERVENCION

Yo, D/Dña. _____, no autorizo a la realización de esta intervención. Asumo las consecuencias que de ello puedan derivarse para la salud o la vida.

En _____ a _____ de _____ de _____

EL/LA PACIENTE Consentimiento/Visto Bueno de EL/LA REPRESENTANTE LEGAL

Fdo.: _____

Fdo.: _____

2.5 REVOCACION DEL CONSENTIMIENTO

Yo, D/Dña _____, de forma libre y consciente he decidido retirar el consentimiento para esta intervención. Asumo las consecuencias que de ello puedan derivarse para la salud o la vida.

En _____ a _____ de _____ de _____

EL/LA PACIENTE Consentimiento/Visto Bueno de EL/LA REPRESENTANTE LEGAL

Fdo.: _____

Fdo.: _____

7.4.- CERTIFICADO DEL COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN



Servicio Andaluz de Salud
CONSEJERÍA DE SALUD

ÁREA HOSPITALARIA DE VALME

INFORME DEL COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACIÓN SEVILLA SUR

D. BERNARDO SANTOS RAMOS

Secretario del Comité de Ética de la Investigación Sevilla Sur del Hospital Universitario de Valme de Sevilla

CERTIFICA:

Que este Comité da el Vº Bº a los aspectos éticos sobre el proyecto titulado:

“Estudio de las imágenes en 3D obtenidas con tomografía computarizada multicorte de las ramas de la arteria carótida externa”.

CODIGO INTERNO: 0815-N-15

Cuyo investigador principal es:

Dª. Diana Fernández Pareja.

Para lo cual debe contestar a las siguientes aclaraciones menores:

- Aclaración sobre la vinculación al hospital de las personas que accederán a los datos.
- Aclaración en el protocolo de la actitud a tomar y el procedimiento concreto a implementar si en el estudio aparecen hallazgos diagnósticos.

Lo que firmo en Sevilla a 29 de septiembre de 2015



Edo.: Bernardo Santos Ramos
Secretario del Comité de Ética de la
Investigación Sevilla Sur

8.- RESUMEN

Una complicación frecuente y potencialmente grave dentro de las intervenciones en el campo de la odontoestomatología es la hemorragia. Por ello es por lo que consideramos que el conocimiento de la arteria carótida externa, sus ramas y posibles variantes, puede resultar de gran utilidad en nuestra práctica diaria.

Hasta ahora la única manera de acceder a este conocimiento era practicar un estudio arteriográfico; estudio, que no deja de tener riesgos al ser un método invasivo. Nosotros hemos intentado aprovechar las actuales líneas de investigación en el campo del Diagnóstico por la Imagen, imágenes tridimensionales (3D), con objeto de ver las posibilidades de aplicación de estas nuevas técnicas no solo en el estudio de las estructuras vasculares cráneo-faciales, sino también, la posible utilidad práctica dentro de nuestra profesión.

Para ello hemos realizado un estudio de esas estructuras vasculares en 70 pacientes a quienes se les había practicado durante los últimos 17 meses, con un equipo de 64 detectores, una tomografía axial computarizada (TCMC) con inyección de contraste para valorar posible patología a nivel de la carótida interna, y que habían sido informados como normales.

Aprovechando las imágenes obtenidas, y puesto que también se ve la carótida externa y sus ramas, hemos realizado un trabajo descriptivo retrospectivo con imágenes tridimensionales.

De nuestros resultados destacamos que las ramas de la carótida externa como la tiroidea superior, lingual, facial, occipital, temporal superficial y maxilar interna son visibles en más del 95% de los casos. La variante anatómica más frecuentemente encontrada es la que afecta a la arteria tiroidea superior. El mínimo calibre detectado en las diferentes ramas ha sido de 0.6 mm.

Comparamos nuestros resultados con los publicados por otros autores, la mayoría de ellos, trabajos efectuados en cadáveres y con algunos otros obtenidos mediante resonancia magnética o TCMC con imágenes biplanares.

Concluimos, que el estudio en 3D de las imágenes obtenidas por TCMC con contraste de la carótida externa y sus ramas, proporciona una información, muy útil, del mapa vascular cráneo-facial y su relación con el resto de estructuras anatómicas, lo que podría evitar complicaciones en determinadas técnicas intervencionistas dentro de la Odontoestomatología.

9.- BIBLIOGRAFÍA

- 1 - Rouvière H, Delmas A. *Anatomía Humana. Descriptiva, topográfica y funcional*. Tomo I: Cabeza y Cuello. Edición X. Barcelona: Masson; 1999.
- 2 - Sobotta J. *Atlas de Anatomía Humana*. 21 Edición. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2004.
- 3 - Uflacker R, Feldman CJ eds. *Atlas of Vascular Anatomy: An Angiographic Approach*. Baltimore: Williams & Wilkins ; 1997.
- 4 - Rovira A, Ramos A, De Juan M et al. *Radiología de Cabeza y Cuello*. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2010.
- 5 - Thwin S S, Soe MM, Myint M, Than M, Lwin S. Variations of the origin and branches of the external carotid artery in a human cadáver. *Singapore Med J* 2010; 51(2) : e40.
- 6 - Morris PP. *Practical Neuroangiography*. Edición II. Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins; 2007
- 7 - Ozgur Z, Govsa F, Ozgur T. Assessment of Origin Characteristics of the Front Branches of the External Carotid Artery. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 2008; 19: 1159-66.
- 8 - Vazquez T, Cobiella R, Maranillo E, Valderrama FJ, McHanwell S, Parkin I, Sañudo JR. Anatomical Variantions of the Superior Thyroid and Superior Laryngeal Arteries. *Wiley InterScience* 2009; 1078-85.
- 9 - Natsis K, Raikos A, Foundos I, Noussios G, Lazaridis N, Njau SN. Superior Thyroid Artery Origin in Caucasian Greeks: A New Classification Proposal and Review of the Literature. *Clinical Anatomy* 2011; 24: 699-705

- 10 - Hayashi N, Hori E, Ohtani Y, Ohtani O, Kuwayama N, Endo S. Surgical Anatomy of the Cervical Carotid Artery for Carotid Endarterectomy. *Neurol Med Chir* 2005; 45: 23-30.
- 11 - Shintani S, Terakado N, Alcalde RE, Tomizawa K, Nakayama S, Ueyama Y, Ichikawa H, Sugimoto T, Matsumura T. An anatomical study of the arteries for intraarterial chemotherapy of head and neck cancer. *Int J Clin Oncol* 1999; 4:327-30.
- 12 - Pinar YA, Bilge O, Govsa F. Anatomic Study of the Blood Supply of Perioral Region. *Clinical Anatomy* 2005;18:330–339.
- 13 - Mitz V, Ricbourg B, Lassau JP. Les branches faciales artere faciale chez l' adulte: Typologie variations et territoires cutanes respective. *Ann Chir Plast* 1973 ;18:339–350.
- 14 - Nakajima H, Imanishi N, Aiso S. Facial artery in the upper lip and nose: anatomy and a clinical application. *Plast Reconstr Surg* 2002; 109:855–861.
- 15 - Tadokoro O, Umemura Y, Utsuno H, Inoue K. A case of a Divided Maxillary Artery in the Infratemporal Fossa. *Okajimas Folia Anat Jpn* 2008; 85(3): 97-101.
- 16 - Dorfman D, Fallah H. The Anatomic Structure of the Inferior Alveolar Neurovascular Bundle in the Third Molar Region. *J Oral Maxillofac Surg* 2009; 67:2452-2454.
- 17 - Taschieri S., Rosano G. Management of the alveolar antral artery during sinus floor augmentation procedures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010; 68(1): 230.
- 18 - Troupis TG, Dimitroulis D, Paraschos A, Michalinos A, Protogerou V, Vlasis K, Troupis G, Skandalakis P. Lingual and Facial Arteries Arising from the External Carotid Artery in a Common Trunk. *The American Surgeon* 2011; 77: 151-4.
- 19 - Arimoto S, Hasegawa T, Okamoto N, Shioyasono A, Tateishi C, Akashi M, Suzuki H, Furudoi S, Komori T. Determining the location of the internal maxillary artery on ultrasonography and unenhanced magnetic resonance imaging before orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015; 44: 977-83.

- 20 - Piñeiro-Aguilar A, Somoza-Martín M, Gandara-Rey JM, García-García A. Blood Loss in Orthognathic Surgery: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69: 885-92.
- 21 - Panula K, Finne K, Oikarinen K. Incidence of Complications and Problems Related to Orthognathic Surgery: a review of 655 Patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 1128-36.
- 22 - Jędrzejewski M, Smektała T, Sporniak-Tutak K, Olszewski R. Preoperative, intraoperative, and postoperative complications in orthognathic surgery: a systematic review. *Clin Oral Invest* 2015; 19:969-77.
- 23 - Eftekharian H, Zamiri B, Ahzan S, Talebi M, Zarei K. Orthognathic Surgery Patients (Maxillary Impaction and Setback plus Mandibular Advancement plus Genioplasty) Need More Intensive Care Unit (ICU) Admission After Surgery. *J Dent Shiraz Univ Med Sci* 2015; 16: 43-9
- 24 - del Cura JL, Pedraza S, Cantera AG, Cantera AC eds, González RR eds. *Radiología Esencial* Madrid: Editorial Panamericana; 2010.
- 25 - Miraldi F, Sims MS, Wiesen EJ. *Principios de la obtención de imagen en tomografía computarizada. TC y RM Diagnóstico por imagen del cuerpo humano*. Edición IV. Madrid: Panamericana; 2009.
- 26 - Cruz JF, Cayetano IM. *Diagnóstico por imagen del Tórax. Principios, técnicas, indicaciones y estrategias de TC y RM de tórax*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 1997.
- 27 - Martinez LJ et al. *Atlas de Tecnología de la Tomografía Coputarizada Helicoidal Multicorte*. Madrid: Medicina clinica e Interna; 2008.
- 28 - Prokop M. Multislice CT: technical principles and future trends. *Eur Radiol* 2003;13 (5): 3-13.

- 29 - Stein PD, Fowler SE, Goodman LR, Gottschalk A, Hales CA, Hull RD et al.
Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl J Med* 2006; 354: 2317-2327.
- 30 - García MJ, Lessick J, Hoffmann MH. Accuracy of 16-row multidetector computed tomography for the assessment of coronary artery stenosis. *Jama* 2006; 26(296): 403-411.
- 31 - Rubinshtein R, Halon DA, Gaspar T, Jaffe R, Karkabi B, Flugelman MY et al.
Usefulness of 64-slice cardiac computed tomographic angiography for diagnosing acute coronary syndromes and predicting clinical outcome in emergency department patients with chest pain of uncertain origin. *Circulation* 2007; 115: 1762-1768.
- 32 - Bastarrika G, Cano D, Becker CR, Wintersperger BJ, Reiser MF. TC multicorte (TCMC) cardiaca: aplicaciones clínicas. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* 2004; 1137-6627
- 33 - Kopp AF. Angio-CT: heart and coronary arteries. *Eur J Radiol.* 2003; 45 Suppl. 1:S32-6
- 34 - Pedrosa CS y colaboradores. *Diagnóstico por la Imagen. Tratado de Radiología Clínica.* Madrid: Interamericana; 2005.
- 35 - Vasbinder GBC, Nelemans PJ, Kessels AGH, Kroon AA, Maki JH, Leiner T, et al.
Accuracy of computed tomography for diagnosing renal artery stenosis. *Ann Intern Med.* 2004;141: 674-82.
- 36 - Kuruoglu E, Cokluk C, Marangoz AH, Aydin K. The Evaluation of Three-Dimensional Anatomy of the Superficial Temporal Artery Using the Volume Rendering Technique. *Turk Neurosurg* 2015; 25:285-8.
- 37 - Vasbinder GBC. The diagnosis of renal artery stenosis using CT angiography. *Imaging Decisions MRI* 2002; 6:11-4.

- 38 - Sheth S, Fshman EK. Multi-detector row CT of the kidneys and urinary tract: techniques and application in the diagnosis of benign diseases. *Radiographics*. 2004; 24:e20.
- 39 - Kang PS, Spain JW. Multidetector CT angiography of the abdomen. *Radiol Clin North Am*. 2005;43:963-76.
- 40 - Solar P, Geyerhofer U, Traxler H, Windisch A, Ulm C, Watzek G. Blood supply to the maxillary sinus relevant to sinus floor elevation procedures. *Clin Oral Implants Res* 1999; 10:34-44.
- 41 - Mardinger O, Abba M, Hirshberg A, Schwartz-Arad D. Prevalence diameter and course of the maxillary introsseous vascular canal with relation to sinus augmentation procedures: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2007; 36:735-8.
- 42 - Ella B, Sédarat C, Noble Rad C, Normand E, Lauverjat Y, Siberchicot F et al. Vascular connections of the lateral wall, of the sinus: surgical effect in sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008; 23: 1047-52.
- 43 - Rysz M, Cizek B, Rogowska M, Krajewski R. Arteries of the anterior wall of the maxilla in sinus lift surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2014; 43: 1127-30.
- 44 - He Y, Jin SF, Zhang ZY, Feng SQ, Zhang CP, Zhang YX. A Prospective Study of Medial Sural Artery Perforator Flap with Computed Tomographic Angiography-Aided Design in Tongue Reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 2014; 72: 2354-65.
- 45 - Martinez NZ, Gallardo VP, Ortiz de Anda RM, Franco JL. Funcionamiento de la TC médica y de la TC de haz cónico en odontología ¿Qué debemos saber?. *Revista Española de Ortodoncia* 2011, 41: 31-7.
- 46 - Swennen GRJ, Schutyser F. Three-dimensional cephalometry: Spiral multi-slice vs cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130:410-6.
- 47 - Kamburoglu K. Use of dentomaxillofacial conebeam computed tomography in dentistry. *World Journal of Radiology* 2015; 28: 128-30.

- 48 - Winter AA, Pollack AS, Frommer HH, Koenig L. Cone Beam Volumetric Tomography vs. Medical CT Scanners. *New York State Dental Journal* 2005; 71: 28-33.
- 49 - Pinar YA, Govsa F. Anatomy of the superficial temporal artery and its branches: its importance for surgery. *Surg Radiol Anat* 2006; 28:248-53.
- 50 - Iwai T, Izumi T, Inoue T, Maegawa J, Fuwa N, Mitsudo K, Tohnai I. Thyrolingual trunk arising from the common carotid artery identified by three-dimensional computed tomography angiography. *Surg Radiol Anat* 2012; 34: 85-8.
- 51 - Mamatha T, Rai R, Prabhu LV, Hadimami GA, Jiji PJ, Prameela MD. Anomalous Branching Pattern of the External Carotid Artery: A Case Report. *Romanian Journal of Morphology and Embryology* 2010; 51(3):593-95.
- 52 - Touré G, Meningaud JP. Anatomical study of the vascular territories of the maxilla: Role of the facial artery in allotransplantation. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* 2015; 68:213-18.
- 53 - Ozgur Z, Gouvsu F, Ozgur T. Assessment of Origin Characteristics of the Front Branches of the External Carotid Artery. *The Journal of Craniofacial Surgery* 2008; 19: 1159-66.
- 54 - Ongeti KW, Ogeng' O JA. Variant Origin of the Superior Thyroid Artery in a Kenyan Population. *Clinical Anatomy* 2012; 25:198-202.
- 55 - Mitz V, Ricbourg B, Lassau JP. Les Branches Faciales Artere Facial Chez L'adulte: Typologie Variations et Territoires Cutanes Respective. *Ann Chir Plast* 1973;18: 339-50.
- 56 - Nijaran NS. An Anatomical Study of the Facial Artery. *Ann Plast Surg* 1988; 21: 14-22.
- 57 - Pinar YA, Bilge O, Govsa F. Anatomic Study of the Blood Supply of Perioral Region. *Clinical Anatomy* 2005; 18: 330-39.